

---

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЖУРНАЛ**

***INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL***

---

**ISSN 2303-9868 PRINT  
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург  
2017





Периодический теоретический и научно-практический журнал.  
Выходит 12 раз в год.  
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.  
Главный редактор: Миллер А.В.  
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,  
д. 4, корп. А, оф. 17.  
Электронная почта: [editors@research-journal.org](mailto:editors@research-journal.org)  
Сайт: [www.research-journal.org](http://www.research-journal.org)

**№ 06 (60) 2017  
Часть 3  
Июнь**

Подписано в печать 19.06.2017.  
Тираж 900 экз.  
Заказ 26190.  
Отпечатано с готового оригинал-макета.  
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",  
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Журнал входит в международную базу научного цитирования **Agris**.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217.**

**Члены редколлегии:**

**Филологические науки:** Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

**Технические науки:** Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

**Педагогические науки:** Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук, Ходакова Н.П., д-р пед. наук, проф.

**Психологические науки:** Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук, Каменская В.Г., д-р психол. наук, к. биол. наук

**Физико-математические науки:** Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свистунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

**Географические науки:** Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

**Биологические науки:** Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

**Архитектура:** Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

**Ветеринарные науки:** Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

**Медицинские науки:** Ураков А.Л., д-р мед. наук, Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

**Исторические науки:** Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.ист.наук, к.экон.н.

**Культурология:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

**Искусствоведение:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

**Философские науки:** Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

**Юридические науки:** Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

**Сельскохозяйственные науки:** Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

**Социологические науки:** Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

**Химические науки:** Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук, Скачилова С.Я., д-р хим. наук

**Науки о Земле:** Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

**Экономические науки:** Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

**Политические науки:** Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

**Фармацевтические науки:** Тринеева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ / ARTS

ПЕРЕИНТОНИРОВАНИЕ ФОЛЬКЛОРА В АСПЕКТЕ ИНТЕРТЕКСТУАЛЬНОСТИ .....	6
НАГРУДНИКИ КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ КОМПОНЕНТ УБРАНСТВА БАШКИРСКОГО НАРОДНОГО КОСТЮМА (ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ, СЕМАНТИКА И СПОСОБЫ ДЕКОРИРОВАНИЯ) .....	12
О СИНТЕТИЧЕСКОЙ РЕПРИЗЕ В ПЬЕСЕ ЧАЙКОВСКОГО «НОВАЯ КУКЛА» .....	15
СОЗДАНИЕ СОЮЗА КИТАЙСКИХ ХУДОЖНИКОВ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ .....	19
ПРОЯВЛЕНИЯ ФЕНОМЕНА ГЛАМУРА В ОПЕРНЫХ ПОСТАНОВКАХ .....	21
СОВРЕМЕННОЕ ГОРОДСКОЕ ИСКУССТВО В РОССИИ .....	26

## ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHILOLOGY

VERIFYING ECHO-QUESTION PRAGMATIC PECULARITIES AS MEANS OF INFORMATION GAPS ELIMINATION .....	30
ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ТЕАТР» .....	33
ЭКСТРАЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И РИСКИ ЯЗЫКОВОЙ ГЛОБАЛИЗАЦИИ .....	37
АСПЕКТЫ ИНТЕРНАЦИОНАЛИЗАЦИИ ЛЕКСИКИ В СУБГЛОБАЛЬНЫХ ЯЗЫКАХ .....	39
ОТРАЖЕНИЕ КУЛЬТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В БУРЯТСКИХ И КИТАЙСКИХ АНТРОПОНИМАХ .....	41
ОТРАЖЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ СПЕЦИФИКИ НАРОДА В МОТИВАХ ТАБУИРОВАНИЯ И ЭВФЕМИЗАЦИИ (НА МАТЕРИАЛЕ БАШКИРСКОГО, НЕМЕЦКОГО И РУССКОГО ЯЗЫКОВ) .....	44

## ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ / PHILOSOPHY

POLITICAL SOCIALIZATION OF WOMEN IN SOCIAL AND CULTURAL ASPECTS .....	47
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВАНИЯ АНАЛИЗА КОЛЛЕКТИВНОЙ ПАМЯТИ В ЕВРОПЕЙСКОМ ДИСКУРСЕ .....	50
ЭТНИЧНОСТЬ: СОЦИАЛЬНАЯ СУЩНОСТЬ И СУЩЕСТВОВАНИЕ .....	53
БИОЭТИКА КАК ЭТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА .....	56
ПРАВООБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИЯ КОНЦА ИСТОРИИ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКОГО УТОПИЗМА .....	62

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ НА КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	65
О ПРЕДСТАВЛЕНИИ СТАБИЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА СВОБОДНОЙ НИЛЬПОТЕНТНОЙ ГРУППЫ .....	69
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ И КВАЗИ-ВЕРОЯТНОСТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	72
ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ АТОМОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ .....	81
ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ АПК НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА .....	86
ДИССИПАТИВНАЯ ФУНКЦИЯ КУЛОНОВСКОГО ТРЕНИЯ НА ПОЛИГОНАЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ КОНТАКТА .....	92

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

APPROACHES TO MODELING AUTOMATED SYSTEMS OF INTELLENT MONITORING AND MANAGEMENT OF ECOLOGICAL SAFETY IN DRAINAGE SYSTEM .....	97
НЕВЕРБАЛЬНЫЕ КОММУНИКАЦИИ ЖИВОТНОГО МИРА: КАРТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕСТОВЫХ ЯЗЫКОВ .....	102
ФОРМИРОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ЗОН ГОРОДА .....	111
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ПО ВНЕДРЕНИЮ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ДИСТАНЦИОННЫЙ УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС КАФЕДРЫ .....	115
МЕТОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ШУМА, СОЗДАВАЕМЫЙ САМОДЕЙСТВУЮЩИМИ КЛАПАНАМИ ГЕРМЕТИЧНОГО КОМПРЕССОРА .....	118

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ НАПОРА В ВОДОПРОВОДЯЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ ДРЕНОПРОМЫВОЧНОГО УСТРОЙСТВА .....	123
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВРАЩАЮЩИМСЯ ПЛАСТИНЧАТЫМ ЭЛЕКТРОД-ИНСТРУМЕНТОМ.....	127
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТИПОВЫХ ОБРАЗЦОВ, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ТРАНСФОРМИРУЕМОЙ МЕБЕЛИ.....	132
ИЗУЧЕНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАПИСИ И ТРАНСЛЯЦИИ ВИДЕО- И АУДИО-МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМУ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ .....	136
ПАШТЕТ «МОЛОЧНЫЙ» С КАБАЧКОМ И СУХОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКОЙ .....	139
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИФфуЗИИ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ НА ОСНОВЕ ДРОБНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ПАДЕ.....	141
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ .....	145
ПРОБЛЕМА ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ПЕРЕВОДОВ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ .....	149
ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ И ИНТЕРАКТИВНОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ ГРАФА В ПРОЕКТЕ VISUAL C# .....	152
ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА СРЕДСТВ АНАЛИТИКИ И АНАЛИЗ ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	155
ВЛИЯНИЕ ИМПРЕГНИРОВАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ .....	158
ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ УБОРКИ СОИ.....	160
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS.....	164
АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА .....	168
РЫЧАЖНОЕ УСТРОЙСТВО КОРРЕКЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ЗАХВАТЕ МАНИПУЛЯЦИОННОМ МЕХАНИЗМОМ.....	171
МЕХАТРОННЫЙ ПРОТЕЗ СУСТАВА.....	176
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛООТРАЖАЮЩИХ ЭКРАНОВ В ОКНАХ .....	180

**ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ / ARTS**DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.059>

Лескова Т. В.

ORCID: 0000-0002-0612-1263; кандидат искусствоведения,

Хабаровский государственный институт культуры

**ПЕРЕИНТОНИРОВАНИЕ ФОЛЬКЛОРА В АСПЕКТЕ ИНТЕРТЕКСТУАЛЬНОСТИ****Аннотация**

*В задачи статьи входит исследование природы интертекстуальности в системе музыкально-языковых средств композиторского фольклоризма. Обозначены репрезентативные свойства двух структурно-семантических компонентов фольклоризованного интертекста – фольклорно-жанрового интекста и авторско-стилевого контекста. Сделаны выводы об их системных связях. Характер возникающего интертекстуального целого позволяет корректировать сложившиеся теоретические представления о дифференциации простого и сложного видов переинтонирования фольклора, обладающих континуальностью в музыкально-творческом процессе.*

**Ключевые слова:** современная отечественная музыка, композиторский фольклоризм, переинтонирование фольклора, интертекст, интекст, контекст.

Leskova T. V.

ORCID: 0000-0002-0612-1263; PhD in Arts,

Khabarovsk State Institute of Culture

**RE-INTONATION OF FOLKLORE IN THE ASPECT OF INTERTEXTUALITY****Abstract**

*The objectives of the article include the study of the main features of intertextuality in the system of musical and linguistic means of the composer's folklore. Representative properties of two structural-semantic components of the folklore intertext, folklore genre intext and authorial stylistic context, are designated. Conclusions about their systemic connections are drawn. The nature of the emerging intertextual whole enables us to correct the existing theoretical ideas about the differentiation of simple and complex types of folklore re-intonation having a continuum in the musical and creative process.*

**Keywords:** modern Russian music, composer folklore, re-intonation of folklore, intertext, intext, context.

Феномен открытости стилиевой системы «композитор – фольклор» предполагает синтез авторского и фольклорного как «своего» и «чужого». (Соответствия имеют относительный характер, а их исследование представляет самостоятельную проблему.) В теории переинтонирования фольклора, как и в музыковедении в целом, интертекстуальный подход актуализирован ввиду возросшей в 1960 – 2000-е гг. сознательной направленности творчества в сферу стилиевых взаимодействий, имеющих в произведениях характер открытой ассоциативности [4].

Природа интертекстуальности объяснима структурно-семантическими свойствами составных компонентов текста, способных «входить в несколько контекстных структур и получать соответственно различное значение» [8, с. 69].

Интертекстуальное целое системы «композитор – фольклор» – фольклоризованный интертекст (ФИТ) – характеризуется взаимодействием разномасштабных компонентов, принадлежащих художественно-эстетическим подсистемам музыки устной и письменной традиций и поэтому обладающих разными инвариантно-семантическими, относительно устойчивыми признаками-денотатами. Фундаментом фольклоризации интертекста выступает фольклорно-жанровый интекст (ФЖИ), связанный с фольклорно-жанровой инвариантностью, формульностью, стереотипностью мышления музыки устной традиции [5, С. 185]. Собственно авторские компоненты и текстуальную «среду» взаимосвязей фольклорного и композиторского начал обозначим понятием авторско-стилевой контекст (АСК). Структурно-семантическая незавершенность и обобщенность компонентов двух типов позволяет возникающему целому – интертексту – «накапливать и расширять смыслы, заданные культурой», пополнять их новыми истолкованиями [10, С. 30-31].

Понятия ФИТ и ФЖИ имеют условный характер. Соприкасающиеся с фольклорностью стиля, они созданы композитором (кроме цитат). В связи с последним ФЖИ (и в случае цитирования) несет черты жанрово-стилевой дуалистичности, а семантическая атрибутика фольклорно-жанрового инварианта – обобщенный характер, но не фольклорно-традиционный, а стилизованный, подразумевающий присутствие авторского компонента в широком смысле. Сфера АСК, опираясь на музыкально-стилевые традиции прошлого и современности, также всецело не принадлежит композитору. Будучи типизированными, структуры ФЖИ и АСК в целом способны репрезентировать свои семантические истоки, прообразы, прототипы в фольклоризованном интертексте.

Задачи статьи имеют двойственный характер. Во-первых, в их круг входит исследование природы интертекстуальности в особой системе композиторского фольклоризма. С этим связано обозначение репрезентативных структурно-семантических свойств, присущих компонентам фольклоризованного интертекста. Наблюдения их системных связей на примерах произведений отечественных композиторов позволяют классифицировать типы интертекста. Во-вторых, поставлена задача координации теории переинтонирования, с ее хорошо апробированным методологическим инструментарием анализа произведений на фольклорной основе, и системой фольклоризованной интертекстуальности. Для этого методология переинтонирования, построенная на совокупности методов и методик анализа трансформаций фольклорно-жанрового инварианта в авторском (композиторском) произведении, совмещена с анализом музыкального текстообразования, в основе которого лежат специфические принципы тождества, эквивалента, альтернативы / «альтернатности» [2, С. 41-42]. В качестве конкретной методологии анализа фольклоризованного интертекста, построенного на специфических компонентах (ФЖИ и АСК), выступил структурно-семантический подход.

**Фольклорно-жанровый интекст** призван обозначить «меру» фольклорности интертекста. Как структурно-семантическая единица, ФЖИ наполняется конкретным смыслом в зависимости от степени представленного в нем жанрового содержания (А. Сохор). Оно тем ярче, масштабнее, чем показательнее структура ФЖИ в плане ее принадлежности фольклору. Чем тоньше сегментирована структура ФЖИ, тем более интекст оказывается свободным от семантических связей фольклорно-функционального, прикладного, обрядово-бытового характера. Необходимость снять в систематизации ФЖИ *качественный* национальный критерий обусловлена тем, что этностилевой определитель практически не работает в области систематики *структурности* интертекста и его компонентов. Уместная в анализе конкретного произведения, опора на этностиль в классификации ФЖИ дает множественные и неоднородные результаты.

Классификация ФЖИ фиксирует разномасштабные структурно-семантические градации фольклорности: от заимствования / цитирования (ФЖИ-1) до рассеяния, дисперсного распределения (М. Арановский) фольклорных элементов в тексте авторского произведения (ФЖИ-5). Промежуточный характер занимают такие виды интекста как воссоздание первичного жанра в целостности его типологических признаков на авторском материале (ФЖИ-2), полижанровость комплекса / синтеза элементов фольклора (ФЖИ-3а, 3б), интекст-извлечение на основе признаков одного (ФЖИ-4а) или нескольких (ФЖИ-4б) жанров, значимый как своего рода «минус-прием» [8, с. 59]. Замыкает классификацию интекст «чужого» композиторского фольклоризма (ФЖИ-6), возникающий на основе иноавторских фольклоризованных включений [7] со своими подвидами: от стилевой цитаты до аллюзии. Признаки разных видов ФЖИ могут проявляться в синтезе.

Семантическими характеристиками ФЖИ-1–2 являются денотаты фольклорного жанра. Жанровая многокомпонентность или, наоборот, извлечение элементов ФЖИ-3–4 вызывают эффект *жанровости*, отличаясь обобщенной или редуцированной репрезентативностью, амбивалентностью ассоциаций. В ФЖИ-5–6 превалирование фольклоризованного авторского (композиторского) стиля над фольклорно-жанровым началом создает коннотации *фольклорности*. Денотации фольклорного жанра могут переходить в коннотации жанровости и фольклорности в связи с изменением характера интекста, например, внедрением авторского материала в ходе цитирования (ФЖИ-1→ФЖИ-2–6) или модификациями структурности ФЖИ в оригинальном фольклорном тематизме композитора (ФЖИ-2→6). Семантические качества жанровости и фольклорности в большинстве видов ФЖИ-3–6 связаны с относительностью жанровых границ в самом фольклоре (показателями чего выступают синтез элементов и их полиформульность, раннетрадиционное дожанровое становление и др. [5, С. 175, 188, 192]). Усиление коннотативной семантической сферы в процессе развертывания классификации позволяет наблюдать своего рода переход от фольклорно-жанровой к наджанровой семантике. Стадиальность и историзм музыки устной традиции – восхождение от формульности к жанру [5, С. 180] – в классификации ФЖИ выражены в обратном порядке, достигая в сложных авторских интерпретациях эффекта жанрового стиля.

Инвариантность *авторско-стилевого контекста*, как квинтэссенция исторически сложившегося композиторского опыта, выявляет качественную модификацию фольклорного интекста. Общая систематика АСК возможна в виде «магистральных» стиливых направлений, соответствующих определенным историческим периодам. Денотатами авторского начала выступают параметры стиля: ладового, фактурно-гармонического мышления XIX – XX вв., композиционные техники XX в. Среди видов АСК существенно наследие русской музыкальной классики XIX в., где значимы славянская и ориентальная («русская музыка о Востоке») народно-жанровые традиции. Их характеристиками являются натурально-ладовые принципы организации звуковысотности (АСК-1–2) со своей индивидуально-авторской, тонально-гармонической спецификой. Имеют большое значение западноевропейские классико-романтические традиции XIX в. (АСК-3), согласующиеся с расширенной тональностью диатонического, мажоро-минорного, хроматического типов. Органичными для композиторского фольклоризма являются фольклоризованные, поздние и постромантические традиции конца XIX – начала XX вв., согласующиеся с расширенной хроматической тональностью, влияниями импрессионизма, свободно-атонального, политонального мышления (АСК-4). В качестве АСК фигурируют и множественные тенденции первой половины XX в., обновляющие стиль русской классики на основах диатонико-хроматической расширенной тональности (двенадцатитоновости, полидиатоники), конструктивистских традиций, в том числе, фольклоризованных – И. Стравинского, Б. Бартока (АСК-5). С фольклором нередко сочетаются джазовая стилистика XX в. (АСК-6), авангардные, полистилистические, неостилевые и другие приемы современного письма (АСК-7).

Стилевая область «чужого» композиторского фольклоризма является общей для ФЖИ-6 и фольклоризованных видов АСК. Критерием различий выступают их преобладающие функциональные признаки: структурность ФЖИ (от стилевой цитаты до аллюзии) и семантизированность АСК (его эпохально-национальных, индивидуально-авторских и др. видов).

**Фольклоризованный интертекст** опирается на две системы инвариантных ядер ФЖИ и АСК. Эмпирически намечать их конкретные сочетания при гипотетическом сочетании всех видов ФЖИ со всеми видами АСК – это выявлять лишь частные случаи взаимодействия, что входит в спектр аналитических задач конкретного произведения. Тем не менее, *семантический* алгоритм частных совпадений ФЖИ и АСК (какими бы экстраординарными они ни были) открывает такую закономерность их сочетаемости как непротиворечивость общестилевым процессам определенного музыкально-исторического этапа / эпохи. *Структурный* алгоритм совпадений базируется на наиболее общих закономерностях формообразования – повторе и контрасте, по Б. Асафьеву, либо на закономерностях текстообразования – тождестве (повторе), эквиваленте (варианте), альтернативе (контрасте, деривате), по М. Арановскому. Подобные принципы порождения музыкального текста [2, с. 41–42] характеризуют сферу простого и сложного (И. Земцовский) переинтонирования фольклора как частного проявления интертекстуальных взаимодействий. Проанализируем связи компонентов ФИТ «по вертикали», в единовременности и «по горизонтали», в разновременности, в процессе развития интертекста.

**Простое переинтонирование** цитаты / заимствования (ФЖИ-1) в плане текстообразования предполагает тождество и/или эквивалент АСК. Возникающий *цитатный* ФИТ-1 основывается на варьировании АСК. Амплитуду возможностей авторских контекстуальных преобразований цитаты демонстрирует кантата Г. Свиридова «Курские песни». На стилевом уровне переинтонирования, в условиях однотипности фольклорной составляющей – ФЖИ-цитаты – и практически сходных музыкально-языковых характеристик АСК, ФИТ-1 отдельных частей произведения имеет разные параметры. Они проявляются на аксиологическом (авторско-стилевом) и методологическом (художественно-эстетическом) уровнях переинтонирования, имеющих трехзвенную структуру, согласно классификации композиторского фольклоризма Л. Ивановой. Аксиология переинтонирования / композиторского фольклоризма сопряжена с этнографическим, адаптированным, творчески свободным типами. Этому соответствуют цели композитора: 1) «оберечь»; 2) популяризировать фольклор («ввести в общественное сознание») либо 3) привлечь средства фольклора «для выражения собственной концепции» [6, С. 35]. Методология обобщает совокупность «1) сравнительно-аналитического; 2) жанрово-типологического; 3) концепционного» подходов композитора [6, С. 27]. Дополнительно к этому в качестве критериев разграничения ФИТ-1 принимается характер соотношения ФЖИ и АСК, фактурно-гармонические параметры АСК.

В «Курских песнях» ярко репрезентативны, денотативны типологические признаки первичного жанра. Однако Г. Свиридов варьирует материал далеко не на уровне введения элементарных принципов гармонизации при этнографическом (Н. Шахназарова, Л. Иванова) подходе. *Этнографический* ФИТ-1а (в «Курских песнях») он исключен, в чем специфика подхода Г. Свиридова – это вариация-аранжировка с системой АСК классикоромантического вида, с намерением композитора оберечь фольклор и сравнительно-аналитической методологией. Все это отражает ориентацию композитора на ФЖИ-1 при подчиненном характере АСК, реализуясь в варьировании с эквивалентностью компонентов. Отметим резонансный тип гармонизации этнографического ФИТ-1а, где сочетания по горизонтали вбирают тонально-модальные закономерности при преобладании первых, что встречается, например, в классических обработках фольклора.

Г. Свиридов существенно преобразует первоисточник в вариационном процессе, близком методу адаптации цитаты с максимальной мобилизацией авторско-контекстуальных ресурсов на подчеркивание инварианта жанра. Поэтому возможно говорить об *адаптированном* ФИТ-1б (№ 1, 3, 4 «Курских песен») – вариации-аранжировке в опоре на сходные с ФИТ-1а виды АСК, но с целями популяризации, введения фольклора в общественное сознание не только текущего, но и дальнейших исторических периодов. Это, как фактор узнаваемости фольклора, предполагает жанрово-типологическую методологию, характеризующуюся обобщением, концентрацией жанровых качеств цитат при относительной самостоятельности АСК. В фактурно-гармоническом стиле, который «приспосабливается» (адаптируется – отсюда и наименование ФИТ-1б) к народной системе, подсознательно или намеренно композитором культивируются черты фольклора (Л. Иванова). Это выражается в свободном фактурно-ритмическом варьировании, большей контрастности АСК по отношению к ФЖИ-1. Адаптированный ФИТ-1б вбирает все прежние параметры этнографического ФИТ-1а. Однако резонансный тип сочетается с типом гармонизации, которая вносит «частично новое», выраженное в гармонии на основе ладотональных основ мелодии [9, С. 88]. Гармонизация в этом и подобных произведениях строится на тонально-модальных закономерностях при преобладании вторых, что делает возможным (но не обязательным) взаимодействие аккордики терцовой и нетерцовой структуры. В «Курских пенях» гармонический АСК активно острен ангемированностью «курского» тетрахорда.

Процесс цитирования включает **переходные формы от простого переинтонирования к сложному**. Их создает сочетание эквивалента с альтернативой: 1) как их переход «по горизонтали»: эквивалент → альтернатива; 2) как совмещение «по вертикали»: эквивалент + альтернатива. Альтернатива возникает на этапе *свободного цитирования* – движения от фольклорного заимствования к оригинально авторскому фольклорному тематизму (ФЖИ-1→ФЖИ-2–6), от цитаты к цитации. Основательно изменен, за исключением первой фразы, ФЖИ-1 в № 2, 6, 7 «Курских песен». Однако он не выходит за пределы фольклорно-жанрового инварианта цитаты (ФЖИ-1→ФЖИ-2). Альтернатива ей возникает «по горизонтали», в процессе мелодического развития-прорастания. И, наоборот, «вертикальная» альтернатива цитате проведена В. Калистратовым в № 1 из кантаты «Пять русских народных свадебных песен» в опоре АСК на стилевые, фактурно-гармонические средства XX в. Свободное цитирование нескольких народных мелодий плача решено в стиле «русской народной алеаторики» [11, С. 215], рожденной ситуацией свадебной обрядности и естественно взаимодействующей с современными приемами композиторской техники. Подобный *свободный* ФИТ-1в представляет переинтонирование цитаты с целями привлечь средства фольклора «для выражения собственной концепции» [6, С. 35] и отличается соответствующим концепционным методологическим подходом обоих композиторов.

Смена текстообразующего принципа «эквивалент→альтернатива» при переходности простого и сложного переинтонирования сопровождается сменой приема развития – от вариации к деривации [2]. Начальные вариационные преобразования (эквивалент) в № 5 «Курских песен» Г. Свиридова завершаются усилением альтернативности, при котором свободное цитирование выводит за пределы фольклорного инварианта. На жанровой основе трудовой покосной, звучащей в интерпретации Г. Свиридова с элементами причитания в третьей строфе и коде, возникает полижанровый комплекс (ФЖИ-1→ФЖИ-3а) при фактурно-гармоническом усложнении материала.

В результате перехода от вариации к строгой деривации цитатный интертекст принимает вид *цитатного вариационно-деривационного* ФИТ-2. Обновление компонентов ФЖИ-1 и АСК позволяет говорить о нем как о динамическом виде интертекста, что отличает его от более статичного цитатного ФИТ-1в с вертикальной стилевой альтернативностью.

Подразделим ФИТ-2 на подвиды. Первый из них ФИТ-2а – *удаление от цитаты* на основе принципов строгой деривации – характеризует № 5 «Курских песен» Г. Свиридова, № 5 из «Пяти русских народных свадебных песен» В. Калистратова, где складывается модулирующий ФИТ-1в→ФИТ-2а. Примером является и образец русского симфонизма XIX в. – финал Четвертой симфонии П. Чайковского с преобразованиями цитаты «Во поле береза стояла»



(ФИТ-1б→ФИТ-2а). В хроматизированной трактовке жанрово-инвариантные свойства хороводной преобразуются в лирически исповедальный монолог, проникаясь ассоциациями декламации-плача (ФЖИ-1→ФЖИ-4а), но вместе с тем, не теряя прежнего звуковысотного контура. Существенные альтернативные преобразования ФЖИ обогащают целое денотатами и коннотатами из сферы фольклорного и нефольклорного.

Второй подвид ФИТ-2б – *преодоление цитаты* на основе принципов свободной деривации. Другой тип деривата «Березки», как коллажа-цитаты с последующим типичным для А. Шнитке искажением-«наплывом» черт фольклорного образца (натуральной ладовости, консонантности, четкости структур и жанровой природы в целом), включается в оперу «Жизнь с идиотом». Знаком преодоления цитаты служит трансформация звуковысотности, выход в иное качество звучания ФЖИ, нередко со снятыми параметрами фольклорности – ФЖИ-1→ФЖИ-5. Преобладание альтернативы в организации интертекста приводит не только к вуалированию, но и смене денотативных характеристик, росту коннотаций. Все это отражает диалектическую тонкость градаций, переходность видов простого и сложного переинтонирования.

**Сложное переинтонирование** фольклора на оригинально-авторской основе характеризуется внедрением сходных приемов «от вариации к деривации» [2], формирующих *вариационно-деривационный* ФИТ-3. Преобразования материала с ведущей ролью эквивалентности или альтернативности формирует три его подвида (Таблица 1). В *вариационном* ФИТ-3а преобладает эквивалентность ФЖИ и АСК их исходным денотативным характеристикам. Подобная паритетная «диспозиция» элементов интертекста, например, в песенном жанре на фольклорном материале, смыкается со стилизацией. Стилизованные композитором формы фольклорного инварианта можно наблюдать в некоторых произведениях И. Стравинского на русском материале (например, в песне Параша из оперы «Мавра»). Вне стилизации пример развитости мелодических вариантно-вариационных процессов дает «Русская тетрадь» В. Гаврилина (за исключением песни «Зима»).

Вариантно-деривационное развитие с имитацией протяжной лирической песенности, плача присуще, например, хоровой партитуре концерта «Лебедушка» В. Салманова, а также тонко преобразуемой декламации песни «Зима» из «Русской тетради» В. Гаврилина или характерно-речитативной танцевально-джазово-частушечной основной теме духовых в Первом концерте для оркестра «Озорные частушки» Р. Щедрина. С импровизационной природой свадебного плача органично сомкнулись подобные процессы в № 2 из «Пяти русских народных свадебных песен» В. Калистратова. Развитие мелодии по законам экмелики, усложнение звуковысотности и ладовых параметров тематизма позволили отразить здесь и специфику музыкально-фольклорного интонирования, и подлинный драматизм обрядового момента. Преобразования материала в этих произведениях неотделимы от относительно строгой деривации – ФИТ-3б, осуществляемой при равной роли эквивалентности и альтернативности в подаче элементов интертекста. Специфика их соотношения характеризуется подвижностью АСК, развитием к усложнению всего комплекса выразительных средств, особенно гармонии (АСК→) и в целом преобладанием АСК в интертексте (жирный шрифт в Таблице 1). Благодаря этому исходные фольклорно-жанровые денотаты сохраняют изначальные и обретают иные, коннотативные фольклорно-жанровые характеристики.

Таблица 1 – Характеристики вариационно-деривационного ФИТ-3

вариационность ФИТ-3а	строгая деривация ФИТ-3б	свободная деривация ФИТ-3в
соотношение компонентов интертекста		
ФЖИ + АСК→	ФЖИ + АСК→	ФЖИ→ + АСК→
семантические характеристики		
денотативность	денотативность и коннотативность	денотативность → коннотативность
преобладающие принципы текстообразования		
эквивалентность	эквивалентность и альтернативность	альтернативность

Примечание: жирный шрифт указывает на ведущий характер АСК.

Сходны, но более последовательно проведены приемы деривации интертекста с опорой на альтернативность текстообразования во Втором концерте для оркестра «Звоны» Р. Щедрина. Переокраска колокольности приводит к расширению образной амплитуды: от праздничного трезвона до ассоциаций с драматическим взрывом-набатов, звучанием погребальных колоколов, что в корне меняет изначальный жанровый облик колокольности. Преобразования «ударно-колокольного» интекста возникают в синтезе с фольклорной жанровостью плача, стона или возгласа (ФЖИ→). Эффекты драматизации возникают в результате подвижности АСК, композиторской работы над фактурно-колористическим обликом тематизма. Преобразования направлены по линии усложнения Р. Щедриным смешанной сонорно-алеаторной техники. Процессы деривации выводят из области жанровости в область «фольклорности» стиля, а возникающая на основе этого стилевая обобщенность переводит исходные денотаты компонентов интертекста в сферу амбивалентных коннотаций широкого семантического радиуса. Принципы свободной деривации материала в виде ФИТ-3в с акцентом на альтернативности, как факторе развития интертекста, отражают динамические возможности жанрово-стилевых и семантических, денотативно-коннотативных переключений ФЖИ и АСК, а также общую направленность к накоплению структурности «своего», авторски индивидуального в интертексте (Таблица 1). Данную особенность схематично отразим в смене местоположения его компонентов: ФЖИ+АСК → АСК+ФЖИ.

Другие виды интертекстуальных взаимодействий – метод ассоциаций, контаминация и амальгама, согласно трактовке М. Арановского [2, С. 298-302], – имеют общие принципы организации: разнообразие вариационно-

деривационных приемов развития на нецитатной основе. В этом плане они являются модификациями ФИТ-3, что открывает каналы взаимодействий ФИТ-3 с анализируемыми далее тремя видами интертекста.

При общности основы ФИТ-4–6 различия вносятся, во-первых, типом ФЖИ, который может соответствовать инварианту первичного жанра, элементам или принципам фольклорного мышления, представленным отдельно и в сочетаниях. Полисемия, гетерогенность фольклоризованных микроцитаций или, наоборот, минус-приемы ФЖИ-извлечений вуалируют репрезентативные свойства фольклорного инварианта, имеющего чаще всего черты обобщенной жанровости и/или «фольклорности». При амальгамировании фольклора коннотативность ФЖИ поставлена на грань нефольклорности. Во-вторых, различия видов интертекста зависят от характера компоновки, «прочности» взаимосвязи элементов. Их комплекс (соединение, сочетание) либо синтез (более глубокая интеграция, взаимопроникновение) определяют разную степень семантизированной ФИТ с фольклором и авторскими стилями.

*Ассоциативный* ФИТ-4 возникает в ориентации на «собирательный образ» чужого текста [2, С. 298-300] с денотатами первичного жанра и его элементов, а также коннотатами принципов фольклорного мышления, присущими ФЖИ и АСК (последний обозначим как адаптирующий фольклорно-жанровые свойства).

Подвид ФИТ-4а определяется главенством фольклорного жанра (ФЖИ-2) при дополняющем значении полижанровости, извлечений (ФЖИ-3–4), стилизованных образований со снятыми параметрами фольклорности (ФЖИ-5), в том числе, «чужого» композиторского фольклоризма (ФЖИ-6). Гетерогенность ФЖИ тяготеет к интеграции, синтезу, тесной взаимосвязи компонентов, благодаря стержневому положению одного из фольклорных инвариантов, «собирающих» жанровый конгломерат в единое целое, а также благодаря органичной адаптации интертекста в АСК. Таковы параметры фольклоризованной интертекстуальности в большинстве произведений Г. Свиридова, в том числе «Поэме памяти Сергея Есенина», его «маленьких» кантатах 1960-х гг. Свиридовский интертекст хотя и амбивалентен своими коннотациями, но представляет слой «чужого» / фольклорного довольно ощутимо. Это выражено в синтезе денотативных признаков протяжной, городской песенности и элементов других жанров, к примеру, плача, пляса, частушки-страдания, колокольности, знаменного распева при объединяющем значении первого из названных жанровых денотатов.

Параметры ФИТ-4б определяются главенством жанровости (ФЖИ-3–4) при дополняющей роли фольклорности (ФЖИ-5–6). Этот подвид интертекста показателен для «Песен вольницы» С. Слонимского, балета «Ярославна» Б. Тищенко. Авторский фольклорный тематизм формируется на основе включения отдельных жанровых элементов, выразительности характерной народно-бытовой речи. Получают отражение и такие генеральные принципы фольклорного мышления как попевочность мелоструктур, вариантность / импровизационность, фактурный склад смешанного гетерофонно-подголосочного или иного плана с внедрением имитационности, черт контрастной полифонии (Б. Тищенко). Сходные качества фольклоризованного интертекста характерны для частей, связанных с фольклором, в оратории «Русские страсти» А. Ларина. Композитором спаяны воедино жанровость русского духовного партесного концерта и фольклорность рождественских колядок, скорых хороводных песен (№ 1), знаменного пения и северных старин или духовных стихов (№ 2). Примечателен полижанровый интертекст, созданный в № 12 и сочетающий ФИТ-4а (на основе жанра плача и речевой интонации) и ФИТ-4б (на основе жанровости знаменного пения, духовного стиха, взаимодействующих с чертами концертности). Принципы насыщения партесного стиля фольклорно-жанровыми элементами позволяют провести параллели оратории А. Ларина с тенденциями русской музыки XVIII в., в частности, с творчеством М. Березовского, явлениями Нового направления в духовной музыке рубежа XIX – XX вв., что характеризует неоканоническую тенденцию современной российской музыки в целом. ФИТ-4 отличается яркой денотативностью ФЖИ и АСК при богатстве их коннотаций, тяготея к моностилистике (Таблица 2).

*Контаминированный* ФИТ-5 подчеркнуто гетеролексичен и опирается на элементы первичной жанровости в ее весьма обобщенных формах (ФЖИ-3, 4, 6). Но не они, а первенствующие здесь принципы фольклорного мышления (ФЖИ-5) определяют вид интертекста, где «адресность» фольклорных ассоциаций стоит на грани нефольклорности. Такова природа интертекста, например, в Концерте-буфф С. Слонимского. Яркие выраженные гетерогенность ФЖИ, гетеролексика авторского фольклорного тематизма репрезентативны сами по себе. Характер несколько «дезинтегрированной», спонтанной взаимосвязи элементов при их свободном совмещении – отражении фольклорно-джазовой импровизационности – обозначим как комплексное соединение с преобладанием авторского начала, тяготением к вертикальной и горизонтальной полистилистике на микроуровне темообразования и макроуровне целого (Таблица 2).

Таблица 2 – Характеристики ФИТ-4–6

ассоциативный ФИТ-4а, 4б		контаминированный ФИТ-5	амальгамированный ФИТ-6
типы ФЖИ			
2–6	3–6	3–6	5–6
доминанты			
2–3	3	5	5
структура ФЖИ			
жанр, элементы жанра, (принципы фольклорного мышления)		(элементы жанра), принципы фольклорного мышления	принципы фольклорного мышления
качества ФЖИ			
жанр+жанровость+ фольклорность		жанровость+фольклорность	фольклорность

Окончание табл. 2 – Характеристики ФИТ-4–6

ассоциативный ФИТ-4а, 4б	контаминированный ФИТ-5	амальгамированный ФИТ-6
<b>семантика ФЖИ</b>		
фольклорно-жанровые денотаты + коннотаты	коннотаты	коннотаты
<b>характер взаимосвязи ФЖИ и АСК</b>		
интеграция, синтез	дизинтеграция (дискретность), комплекс	интеграция, синтез
ФЖИ→ + АСК→	ФЖИ→ + АСК→	ФЖИ→ + АСК→
<b>авторско-стилевые характеристики</b>		
моностилистика	полистилистика	моностилистика

*Примечание: значения в скобках имеют необязательный характер; жирный шрифт указывает на ведущую роль АСК.*

Амальгамированный ФИТ-6 также характеризуется высокой степенью авторского начала при «дисперсном распределении» ФЖИ в виде мотивов, синтагм, кратких мелодико-гармонических оборотов, обобщенных попевок-формул, фактурных ячеек, ритмоинтонаций – материала, «составляющего содержание долговременной слуховой памяти». Свободная комбинация принципов фольклорного мышления и их «исчезновение в общем потоке» [2, с. 302] создают фольклорно-жанровые аллюзии, эффект «напыления» (одно из значений понятия *амальгама*) – формы, коннотативно репрезентирующие фольклор (ФЖИ-5, 6). Высокая степень интеграции ФЖИ и АСК позволяют ассоциировать ФИТ-6 с моностилистикой. Экспрессионистски-фольклорный серийно-модальный интертекст создан в «Плачах» Э. Денисова. Современные стилиевые и «технологические» контексты, как в данном произведении, смыкаются с принципами фольклорного мышления в глубинных слоях интертекста, «синергетически» усиливая характеристики фольклорности (ФИТ-6а). Возможно, наоборот, их ослабление (ФИТ-6б).

Конкретизация видов фольклоризованного интертекста может быть продолжена «по горизонтали». Подобно интертекстуальной модуляции возможны переходы к усложнению форм ФИТ. Типовые примеры модуляций на основе цитатного материала представлены в ФИТ-2. Примеры других модуляций отчасти даны выше, отчасти составляют гипотетическое множество, выявляемое лишь в конкретном анализе.

Итак, интертекст в системе «композитор – фольклор» соотносится с тем или иным видом переинтонирования. Цитатные ФИТ с преобладанием эквивалентности как принципа текстообразования соответствуют простому виду переинтонирования. Стилиевой контраст ФИТ-1в или взаимосвязь эквивалента и альтернативы при цитировании формируют ФИТ-2 на динамической основе. «Перетекание» вариационно-derivационных форм интертекста в свободно-ассоциативные, контаминированные, амальгамированные объясняет гибкое сочетание приемов и методов простого (ФИТ-1а, 1б) и сложного (ФИТ-3–6) видов переинтонирования. Их бинарность дополняется переходным типом «простое→сложное» (ФИТ-1в, ФИТ-2), что отражает подлинную континуальность музыкально-творческого процесса.

#### Список литературы / References

1. Арановский М. Г. Концепция музыкального стиля в работах М. К. Михайлова // Михайлов М. К. Этюды о стиле в музыке: Статьи и фрагменты. – М.: Музыка, 1990. – С. 13-38.
2. Арановский М. Г. Музыкальный текст: Структура и свойства. – М.: Композитор, 1998. – 343 с.
3. Арановский М. Г. Структура музыкального жанра и современная ситуация в музыке // Музыкальный современник. Вып. 6. – М.: Советский композитор, 1987. – С. 35-77.
4. Григорьева Г. В. Стилиевые проблемы русской советской музыки второй половины XX века. – М.: Советский композитор, 1989. – 206 с.
5. Земцовский И. И. О системном исследовании фольклорных жанров в свете марксистско-ленинской методологии // Проблемы музыкальной науки – М., 1972. – Вып.1. – С. 169-197.
6. Иванова Л. П. Фольклоризм в русской музыке XX века. – Астрахань, 2004. – 223 с.
7. Леонова Н. В. О композиторах, фольклоре и фольклоризмах (из опыта СО СК) // Материалы научно-теоретических конференций. – Новосибирск: Новосиб. гос. консерватория (академия) им. М. И. Глинки, 2007. – С. 239-242.
8. Лотман Ю. М. Структура художественного текста // Лотман Ю. М. Об искусстве. СПб.: Искусство-СПб, 2005. – С. 14-285.
9. Рязанова Н. П. Об одном типе фольклоризма в творчестве П. Рязанова // Общество. Среда. Развитие. – 2015. – № 2. – С. 87-94.
10. Стогний И. С. Процессы смыслообразования в музыке (семиологический аспект): дис. ... д-ра искусствоведения. – М., 2013. – 416 с.
11. Шубина О. А. Специфика претворения свадебной обрядовости в хоровом цикле В. Калистратова «Пять русских народных свадебных песен» // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – Тамбов: Грамота, – 2014. – № 10 (48): в 3-х ч. Ч. III. С. 214-219.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Aranovsky M.G. Kontsepsiya muzikal'nogo stiliya v rabotakh M. K. Mikhailova [Concept of Musical Style in the works of Mikhail Mikhailov]. Mikhailov M.K. Etiudy o stile v muzike: Stat'i i fragment [Mikhailov M.K. Etudes on Style in Music: Articles and Fragments.] - M.: Music, 1990. - P. 13-38. [In Russian]

2. Aranovsky M.G. Muzikalniy tekst: Struktura i svoistva [Musical Text: Structure and Properties.] - M.: Composer, 1998. - 343 p. [In Russian]
3. Aranovsky M.G. Struktura muzikalnogo zhanra i sovremennaya situatsiya v muzike [Structure of Musical Genre and Current Situation in Music] // Muzikalniy sovremennik. Vyp. 6. [Musical Contemporary. Issue. 6.] - M.: Soviet Composer, 1987. - P. 35-77. [In Russian]
4. Grigorieva G.V. Stileviye problemi russkoy sovetskoy muziki vtoroy poloviny XX veka. [Style Problems of Russian Soviet Music of the Second Half of the Twentieth Century.] - M.: Soviet Composer, 1989. - 206 p. [In Russian]
5. Zemtsovsky I.I. O sistemnom issledovanii folklornykh zhanrov v svete marksistsko-leninskoy metodologii [On the System Study of Folklore Genres in the Light of Marxist-Leninist Methodology] // Problemy muzikalnoy nauki [Problems of Musical Science] - M., 1972. - Issue 1. - P. 169-197. [In Russian]
6. Ivanova L.P. Folklorizm v russkoy muzike XX veka [Folklore in Russian Music of the XX Century.] - Astrakhan, 2004. - 223 p. [In Russian]
7. Leonova N.V. O kompozitorakh, folklоре i folklорizmax (iz opita SO SK) [On Composers, Folklore and Folklorisms] // Materialy nauchno-teoreticheskikh konferentsiy – Novosib. gos. konservatoriya (akademiya) im. M. I. Glinka [Materials of Scientific and Theoretical Conferences.] - Novosibirsk: Novosib. State. Conservatory (Academy) named after M.I. Glinka, 2007. - P. 239-242. [In Russian]
8. Lotman Yu. M. Struktura khudozhestvennogo teksta [Structure of the Artistic Text] // Lotman Yu. M. On art. SPb.: Art-SPB, 2005. - P. 14-285. [In Russian]
9. Ryazanova N.P. Ob odnom tipe folklорizma v tvorchestve P. Ryazanova [On one Type of Folklore in the Work of P. Ryazanov] // Obshchestvo. Sreda. Razvitiye [Society. Environment. Development] - 2015. - No. 2. - P. 87-94. [In Russian]
10. Stogniy I.S. Protsessy smysloobrazovaniya v muzike (semiologicheskii aspekt) [Processes of Meaning Formation in Music (semiological aspect)]: Thesis of Doctor of Arts. - M., 2013. - 416 p. [In Russian]
11. Shubina O. A. Spetsifika pretvoreniya svadebnoy oriadovosti v khorovom tsikle V. Kalistratova «Piat' russkikh narodnykh svadebnykh pesen» [Specificity of the Wedding Rituals Implementation in V. Kalistratov's Choral Cycle "Five Russian Folk Wedding Songs"] // Istoricheskiye, filosofskiyе, politicheskkiye i nyuridicheskkiye nauki, kulturologiya i isskustvovedeniye. Voprosy teorii i praktiki [Historical, Philosophical, Political and Legal Sciences, Cultural Study and Art Criticism. Questions of Theory and Practice.] - Tambov: Gramota, - 2014. - No. 10 (48): in 3 parts. Part III. P. 214-219. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.085>

Масленникова Т.А.

ORCID: 0000-0003-3616-0236, Доктор искусствоведения, доцент, профессор кафедры ИЗО, Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумулы

**НАГРУДНИКИ КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ КОМПОНЕНТ УБРАНСТВА БАШКИРСКОГО НАРОДНОГО КОСТЮМА (ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ, СЕМАНТИКА И СПОСОБЫ ДЕКОРИРОВАНИЯ)****Аннотация**

Целью исследования является изучение функций и вариантов бытования нагрудников как важного компонента народного костюма, помогающего представить костюм как единую художественную систему. Кроме того, устанавливаются отдельные связи этого аксессуара с элементами убранства традиционного интерьера башкирского жилища. Задачами, решаемыми в статье, являются выяснение территориальных различий нагрудников и влияния на этот процесс природно-географических факторов и уклада жизни, а также рассмотрение символических и художественных функций нагрудников и их роли в создании законченного облика костюмного комплекса. Практическое назначение исследования заключается в углублении представлений о народном искусстве башкир на примере нагрудника как одного из главных составляющих костюма.

**Ключевые слова:** нагрудник, костюм, традиционный, аксессуар, декоративный.

Maslennikova T.A.

PhD in Arts, Associate Professor, Bashkir State Pedagogical University. M. Akmully

**CHESTPLATE AS AN INTEGRAL COMPONENT OF THE BASHKIR PEOPLE'S COSTUME (TERRITORIAL DIFFERENCES, SEMANTICS AND WAYS OF DECORATING)****Abstract**

The purpose of the research is to study the functions and options for the chestplates as an important component of a folk costume, which helps to present a costume as a single artistic system. In addition, separate links of this accessory with the elements of decoration of the traditional interior of a Bashkir dwelling are established. The tasks solved in the article include finding territorial differences of chestplates and the influence of natural and geographical factors and the way of life on these distinctions, and considering symbolic and artistic functions of chestplates and their role in creating a complete appearance of the costume complex. Practical purpose of the research is to deepen the notion of the Bashkir folk art with the help of a chestplate as one of the main components of a costume.

**Keywords:** chestplate, costume, traditional, accessory, decorative.

Народный башкирский костюм обрёл свою основную структуру и черты в домусульманский период. Конструктивная основа традиционного костюма с того времени кардинально не менялась. Она становилась более разнообразной, к ней добавлялись новые виды одежды и отдельные небольшие аксессуары. Менялись ткани, создававшие иную фактуру и цветовую гамму. Однако крой, общий силуэт, длина, основные дополнения и

функциональное назначение оставались прежними. Именно на раннем этапе формирования традиционного костюма в основу истолкования его композиционного строя легли первоначальные представления о структуре мира и языческие воззрения, связанные с символикой каждой составной части костюмного комплекса. Все вышесказанное относится и к нагрудным украшениям, как к одному из главных аксессуаров, который также мало изменился с древнейших времен.

Разновидности нагрудников были тесно связаны с территориальными комплексами башкирского костюма, их формы и декор опосредованно обуславливались природно-климатическими факторами и сформировавшимся укладом жизни. Так, юго-восточный костюм отличался декоративностью, в его убранстве использовались яркие цвета, контрастные сочетания и вместо тканья и вышивки, распространенной в других районах, основным приемом оформления была аппликация, отделка позументом и цветным сукном, украшение монетами, кораллами, бисером и подвесками. Применение указанных техник, материалов и приемов, а также разнообразие верхних одежд было связано с кочевыми традициями, которые дольше всего сохранялись в степной и лесостепной зонах. Для юго-восточного костюма были характерны нагрудники – *селтэр*, отличавшиеся трапециевидной формой и преобладанием в их оформлении кораллов, что поддерживало общий декоративный строй юго-восточного костюма.

Образ зауральского костюма дополняли своеобразные нагрудники *яга*, имевшие почти прямоугольную форму и звенящие подвески. Нагрудник закрывал до пояса переднюю часть костюма. *Яга*, по словам очевидцев, был одним из любимых украшений башкирок, которое носили и девушки и замужние женщины. О декоре сказано, что он состоял из коралловых нитей, серебряных монет, стекляруса. Вся конструкция удерживалась на шее шнурком или тесьмой, с украшением в виде ожерелья. Величина нагрудника зависела от возраста и состояния. [1, С. 56]

В северо-западном, земледельческом районе не уделялось столько внимания нагрудникам, здесь главным видом декора были вышитые и тканые узоры. Нагрудники как аксессуар также присутствовали в костюме, однако, делались они небольших размеров, по сравнению с использовавшимися в других областях. В целом крой северо-западной одежды характеризовался большим количеством отрезных линий и дополнительных элементов в виде оборок. Вышитый декор смотрелся менее броско, по цвету, она была более сдержанна и небольшие нагрудники в данном случае органично дополняли комплект костюма.

Северо-восточный костюм формировался в земледельческо-скотоводческом регионе, поэтому нагрудник, составлявший его образ, напоминал аналогичное украшение костюма центрального региона, области со скотоводческим укладом жизни, и в то же время был сходен с нагрудником северо-западного костюма, северо-запад был земледельческим районом Башкирии. Как свидетельствуют этнографы, в данной местности носили нагрудник *муйынса*, чаще овальный по форме. [2, С. 108, 180] В его декоре использовали в основном серебряные монеты, поменьше нашивали на основное поле, монеты побольше обрамляли нижний край украшения.

В Центральной Башкирии оригинальной деталью одежды, отличной от аналогичных в других районах также был женский нагрудник. Он имел прямоугольную или овальную форму. Монеты, подвески, бисер, декорировавшие его, подбирались по размеру и соответственно общей форме самого нагрудника.

В юго-западном костюме одним из отличительных элементов являлся нагрудник *һакал*. Он характеризовался овальной формой и плотным расположением монет. Подобная манера оформления нагрудного украшения не встречалась в других местностях.

Нагрудники наряду с головными уборами являлись наиболее ярким компонентом верхнего отдела женского костюма башкир. С одной стороны нагрудники это украшение, с другой – необходимая часть одежды, и своеобразное продолжение женского головного убора. Нагрудник декорировал верхний отдел костюма и вместе с головным убором был связан с кругом идей верхнего яруса в строении космоса. По представлениям башкир, вселенная имела круговые очертания и делилась на части: земля, воздух и купол неба с луной, солнцем и звездами. Небесный мир населялся божествами.

Серебро, раковины, кораллы и полудрагоценные камни – материалы, использовавшиеся в декоре нагрудников, в традиции башкир были наделены значением оберега, и связывались с белым и красным цветом. Серебряные монеты, подвески, это белый цвет, кораллы и вставки на подвесках – красный. В фольклоре, белый и красный цвета характеризовали небесных жителей и волшебные предметы. Красный цвет ассоциировался с огнём и солнцем, белый – с чистотой, небом и образами птиц. У башкир священными птицами считалась лебеди, являвшиеся потомками мифической птицы Хумай, дочери небесного царя Самрау и его жены Солнца. [3, С. 210]

В украшении нагрудников нередко использовали раковины-каури, которые выполняли оберегающую функцию, они защищали обладателя от сглаза. Например, у родственных башкирам, тюркских народов Сибири, раковины-каури считались универсальным оберегом, так как они являлись воплощением богини Умай, жены верховного божества Тенгри. [4, С. 265, 270-272] Пристрастие к кораллам также было связано с развитой символикой красного цвета в магических представлениях башкир.

Располагаясь на груди, нагрудник делал более заметной и значимой переднюю поверхность женской одежды. Нагрудники носили замужние женщины, они также входили в комплект праздничного костюма и в первую очередь предназначались для того, чтобы закрывать грудь и в магическом смысле охранять женщину от порчи. Наряду с этим использование в их оформлении элементов декора, наделённых оберегающей функцией, возможно, заключало в себе идею плодородия, продолжения жизни. В частности, украшение нагрудника бусинами, бисером и серебряными монетами весьма напоминало декор головных уборов теми же элементами и имело смысл умножения плодотворящих сил. Семантика, связанная с образом замужней женщины как символа плодородия прослеживалась в праздниках башкир. Например, на *сабантуе*, когда муллы молились о благополучном урожае, в раздаче подарков обязательно участвовали молодые женщины, недавно вышедшие замуж. [5, С. 135]

Говоря о художественных качествах, можно отметить, что башкирские нагрудники различались по форме, размерам и индивидуальному, неповторимому расположению декора. Наиболее распространенными являлись нагрудники *яга*, *селтэр*, *һакал*, *муйынса*, *алмизеу*. Во всех украшениях основой служила ткань обычно

трапецевидной или округлой формы, на которую нашивали монеты, подвески и кораллы. Нагрудники также отличались друг от друга преимущественным использованием того или иного материала. Где-то преобладали нашивки серебром над украшениями из кораллов или наоборот коралловая сетка доминировала в композиции. Иногда монеты располагались плотно друг к другу, иногда разреженно, в иных случаях они свободно свисали на нитях, создавая дополнительный декоративный эффект. Способ нашивки элементов также отличался множеством вариантов. Монеты нашивались сплошными рядами, полосками, полукругом по форме нагрудника, они обрамляли края изделия или хаотично перемежались с серебряными накладками. В результате, неповторимые сочетания различных элементов декора на нагрудниках в каждом отдельном случае придавали украшениям индивидуальность. В некоторых случаях композиция заканчивалась коралловой сеткой с подвешенными на нити монетами, создававшими при передвижении характерный звон. В составе костюма нагрудники, будучи объемным и самым ярким элементом, служили для усиления декоративности его передней части. Подобным образом обозначался и композиционный центр.

Поскольку нагрудники выполняли в кочевом быту башкир социальные (показатель общественного статуса женщин) и знаковые функции, а также были органичной частью художественного образа костюма, их оформление, как и костюма в целом, было созвучно декору на других изделиях. Например, украшения нагрудника *hakał* были схожи с бляхами конской сбруи и орнаментальными накладками на колчанах. Вероятно, эти нагрудники были описаны В.А.Арнольдовым в конце XIX в. в очерках о башкирах Стерлитамакского уезда: «...разные бляхи на груди, напоминающие бляхи конской сбруи, отличают женское платье от мужской рубашки.» [6, С.233] Кроме того, полусферические бляхи на нагруднике, перекликались и с общей формой башкирского жилища. Выполняя различные функции, нагрудники способствовали усилению роли костюма как ведущего компонента интерьера.

Таким образом, нагрудники были важной оставляющей частью башкирского женского костюма не только как аксессуары, но и как необходимый связующий элемент всех частей костюма. Одновременно их местоположение и характер декора давали повод провести некоторые параллели между принципами оформления костюмного комплекса в целом и закономерностями построения художественного пространства традиционного интерьера.

#### Список литературы / References

1. Никольский Д.П. Башкиры. Этнографическое и санитарно-антропологическое исследование / Д.П.Никольский. – СПб, 1899.–377с.
2. Шитова С.Н. Башкирская народная одежда / С.Н.Шитова. – Уфа: Китап, 1995. –240с.
3. Бикбулатов Н.В. Башкиры: Этническая история и традиционная культура / Н.В. Бикбулатов, Р.М. Юсупов, С.Н.Шитова и др.– Уфа: Научн. изд. «Башкирская энциклопедия», 2002.– 246с.
4. Потапов Л.П. Умай – божество древних тюрков в свете этнографических данных / Л.П.Потапов // Тюркологический сборник. – М., 1973. –№1972. –С.265-286.
5. Бикбулатов Н.В. Фатыхова Ф.Ф. Семейный быт башкир XIX–XX вв / Н.В.Бикбулатов Ф.Ф.Фатыхова. – М.: Наука, 1991.– 189 с.
6. Арнольдов В.А. Санитарно-бытовой очерк жизни башкир юго-восточной части Стерлитамакского уезда Уфимской губернии /В.А.Арнольдов //Общество врачей. Казанский университет. Дневник. – Казань, 1894. – Вып. 4. – С.227-294.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Nikol'skij D.P. Bashkiry. Jetnograficheskoe i sanitarno-antropologicheskoe issledovanie [Ethnographic and anthropological study sanitary] / D.P.Nikol'skij. – SPb, 1899.–377 P. [in Russian]
2. Shitova S.N. Bashkirskaia narodnaia odezhda [Bashkir folk clothing] / S.N.Shitova. – Ufa: Kitap, 1995. –240 P. [in Russian]
3. Bikbulatov N.V. Bashkiry: Jetnicheskaja istorija i tradicionnaja kul'tura [Bashkirs: ethnic history and traditional culture] / N.V. Bikbulatov, R.M. Jusupov, S.N.Shitova i dr.– Ufa: Nauchn. izd. «Bashkirskaia jenciklopedija», 2002.– 246 P. [in Russian]
4. Potapov L.P. Umaj – bozhestvo drevnih tjurkov v svete jetnograficheskikh dannyh [Umai-deity of the ancient Turks in light of ethnographical data] / L.P.Potapov //Tjurkologicheskij sbornik [Tjurkologicheskij Sbornik]. – M., 1973. –№1972. – P.265-286. [in Russian]
5. Bikbulatov N.V. Fatyhova F.F. Semejnij byt bashkir XIX–XX vv [Family life Bashkir XIX-XX centuries] / N.V.Bikbulatov F.F.Fatyhova. – M.: Nauka, 1991.– 189 P. [in Russian]
6. Arnol'dov V.A. Sanitarno-bytovoj ocherk zhizni bashkir jugo-vostochnoj chasti Sterlitamaskogo uezda Ufimskoj gubernii [Sanitation-household essay life Bashkir southeastern part of Sterlitamak uyezd of UFA province] /V.A.Arnol'dov // Obshhestvo vrachej. Kazanskij universitet. Dnevnik [Society of doctors. Kazan University. Diary]. – Kazan', 1894. – V. 4. – P.227-294. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.060>

Романова Е.В.

Кандидат искусствоведения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургская государственная консерватория имени Н.А. Римского-Корсакова»

**О СИНТЕТИЧЕСКОЙ РЕПРИЗЕ В ПЬЕСЕ ЧАЙКОВСКОГО «НОВАЯ КУКЛА»****Аннотация**

*В процессе применения к композиции пьесы Чайковского традиционных критериев отечественной теории простых форм акцентирован аспект сквозного развития, реализованного композиционными средствами. Показано взаимодействие структурно-композиционного, мотивно-интонационного, гармонического, фактурного и динамического аспектов развития, подтверждена существенная роль композиционных особенностей в воплощении музыкального образа пьесы. Результаты могут быть использованы в практике преподавания анализа музыкальных произведений при реализации основных образовательных программ высшего образования.*

**Ключевые слова:** простая трёхчастная форма, развивающая середина, варьированная реприза, синтетическая реприза, строфическая структура.

Romanova E.V.

PhD in Arts, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education

“Rimsky-Korsakov Saint Petersburg State Conservatory”

**ON SYNTHETIC REPEAT IN TCHAIKOVSKY'S “NEW DOLL”****Abstract**

*The aspect of through development realized by compositional means is emphasized in the process of applying traditional criteria of the domestic theory of simple forms to the composition of Tchaikovsky's play. The interaction between structural and compositional, motivational and intonation, harmonic, texture and a dynamic aspect of the development is shown in the paper. The essential role of compositional features in the embodiment of a musical image of the play is confirmed. Results of the research can be applied in the teaching of the analysis of musical works in the implementation of basic educational programs of higher education.*

**Keywords:** simple ternary form, developing middle, varied repeat, synthetic repeat, strophic structure.

Пьеса «Новая кукла» играет в «Детском альбоме» Чайковского роль финала внутри своего рода микроцикла, образуемого триадой пьес, объединённых темой игры с куклой («Болельщик куклы», «Похороны куклы», «Новая кукла»). Этот финал, выражающий неизбывный восторг и упоительную, головокружительную радость, всецело сосредоточен в светлой лирической сфере образов, психологически достоверному и процессуально точному воплощению которых немало способствуют некоторые композиционные штрихи.

Начальная экспозиционная структура пьесы, образующая её первую часть (такты 1 – 17, см. рис. 1), в силу возникающей точной повторности может быть определена и как строфическая<sup>1</sup>, и как повторённый период-предложение<sup>2</sup>. Точная повторность относительно коротких построений в условиях весьма подвижного темпа способствует эффекту эмоционально непосредственного, восторженного, прерывистого и сбивчивого, словно захлёбывающегося от эмоций высказывания. Этот эффект значительно усиливается выдерживаемым на протяжении всей пьесы остигнутым ритмом сопровождения – звучащий в условиях быстрого вальса, он приобретает заметное сходство с ритмом скачки и как будто подстёгивает безостановочное движение.

<sup>1</sup> Под строфической понимается в данном случае экспозиционная структура, складывающаяся из двух одинаковых построений (называемых строфами) и лишённая тем самым необходимого для периода согласования кадансов. Подобная классификация экспозиционных структур применялась Р. Лаулом в курсе лекций по анализу музыкальных произведений в Санкт-Петербургской консерватории. См. об этом: Романова Е. О композиционном crescendo в «Неаполитанской песенке» Чайковского // Международный научно-исследовательский журнал (International Research Journal), № 11 (53) 2016, Часть 2. - с. 91.

<sup>2</sup> Тюлин Ю. Музыкальная форма / Ю. Тюлин, Т. Бершадская, И. Пустыльник и др.; общая ред. проф. Ю.Н. Тюлина. – изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Музыка, 1974. – с. 67, Мазель Л. Строение музыкальных произведений. – изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Музыка, 1979. – с. 180.



Рис. 1 – Начальный экспозиционный период

Наиболее же значимыми факторами, определяющими яркость воплощения основного образа пьесы, являются особенности интонационного и метроритмического строения мелодической линии. Интонационный контур периода-предложения в целом представляет собой фигуру волны, вершина-кульминация которой ( $g^2$ ) достигается на сильной доле 6-го такта (при повторении – на сильной доле 14-го такта). Волнообразная фигура вырисовывается и в движении параллельных терций сопровождения, что придаёт периоду ещё большую цельность и монолитность. Особенностью же внутреннего строения этой мелодической волны становится незаметно совершающаяся в непрерывном секвентном движении переоценка мотивно-синтаксических структур<sup>3</sup>, её образующих: из трёхзвучного амфибрахического мотива начального двутакта постепенно вычлняется двузвучный хореический мотив (особенно отчётливо его обособление ощущается в тактах 6-7 в момент достижения вершины-кульминации), на смену которому в последний момент (в заключительном кадансе, такты 8-9) приходит мотив ямбический. Функциональность этого мотива как заключительного не вызывает сомнений – только ему «оказывается под силу» хотя бы на мгновение остановить кажущееся нескончаемым кружение. Решающим фактором здесь оказывается достигнутое наконец совпадение сильной доли такта и аккордового звука в мелодии – в предыдущих тактах на сильную долю хотя бы в одном из голосов мелодического рельефа неизменно приходился звук неаккордовый (скачковая вспомогательная, опевающая вспомогательная, задержание). Именно этот ямб, в последний момент подытоживающий развёртывание мелодической волны, придаёт начальному периоду-предложению необходимую устойчивость, словно возвращая его устремлённому ввысь высказыванию необходимую точку опоры.

Начинающийся в такте 17 раздел (тт. 17 – 32, см. рис. 2) закономерно может быть определён как развивающая середина в рамках простой трёхчастной формы – это подтверждается и присущим середине активным тональным развитием, и заимствованием заключительного ямбического мотива первой части, становящегося теперь основой для секвентных построений (гибкая смена его высотной направленности – ещё один интереснейший аспект развития пьесы, словно ещё один из многочисленных её сюжетов). Преимущество с первой частью обеспечивает и сохраняющийся в сопровождении остиный ритм скачки.

Отметим, однако, что полное исчезновение из мелодии середины хореических мотивов и протяжённых кантиленных фраз способствует восприятию этого раздела формы как своего рода мотивно-синтаксической антитезы первой части.

<sup>3</sup> Эту переоценку можно определить как мотивно-синтаксическую модуляцию.





Рис. 2 – Развивающая середина

Заключительные разделы пьесы (тт. 32 – 56, см. рис. 3) – реприза и кода – содержат развязку завязавшейся в первых двух частях пьесы мотивно-синтаксической коллизии. При первом проведении начального периода реприза остаётся *точной*. При втором же его проведении сначала (тт. 41-44) варьируется сопровождение, из которого уходит волнообразное движение параллельными терциями и мелодия тем самым оказывается перегармонизованной: отклонение к тональности четвёртой ступени, а также применение шестой гармонической ступени явно ассоциируется с заключительной функцией и способствует композиционно-функциональному переосмыслению музыкального материала. Ещё ярче тенденция к подытоживанию, резюмированию проявляется в тактах 45-49 репризы – метрический и синтаксический облик мелодии заставляет здесь вспомнить о господстве ямбических мотивов в середине пьесы, а сама реприза в этот момент отчётливо обнаруживает черты синтетической. Заметим, что благодаря мотивному заимствованию из середины совершающаяся в репризе модуляция из амфибрахия в ямб<sup>4</sup> происходит гораздо более ярко, чем в первой части, и играет очень заметную роль в драматургии пьесы. Выразительнейшими смысловыми нюансами, обусловленными ею, становятся как эффект достижения равновесия и устойчивого баланса в конце необычайно динамичной и устремлённой вперёд миниатюры, так и впечатление эмоционального удовлетворения, максимальной полноты и завершённости эмоционального потока, наконец словно исчерпавшего себя. Кода на материале середины дополнительно способствует этому.

<sup>4</sup> Теперь она происходит на три такта раньше и ямб закрепляется более пространно.



Рис. 3 – Варьированная и синтетическая реприза и кода

Форма пьесы в целом может быть определена, таким образом, как простая трёхчастная с развивающей серединой, варьированной и синтетической репризой и с кодой на материале середины (восемь последних тактов). При этом индивидуальной её особенностью, определяющей драматургическую специфику, становится идея изменения пропорций в соотношении хореических/амфибрахических и ямбических мотивов от первой части к репризе. Энергия и экспрессия хореических мотивов начального периода первой части (акцентированные неаккордовые звуки этих мотивов едва «успевают» разрешаться, по продолжительности звучания вдвое превосходя безакцентные аккордовые) словно остаётся до конца не израсходованной – она определяет композиционную неустойчивость, как бы «наклонённость» этого раздела формы, его устремлённость вперёд и становится импульсом для активной развивающей середины. Заметная часть синтетической репризы и кода, напротив, основаны на ямбических мотивах, с успехом выполняющих заключительную функцию и в данном случае способствующих эффекту торможения – все акцентированные звуки теперь становятся аккордовыми, ожидания разрешения не возникает. Выражение восторженных чувств, постепенно идёт на спад и, истощая себя, словно входит наконец в рамки более устойчивого, внутренне уравновешенного композиционного раздела, а в драматургии пьесы в целом закономерно прослеживается некоторое «снижение эмоционального градуса» высказывания. Заметим также, что отмеченные нюансы музыкального образа пьесы обусловлены в данном случае применением композиционной схемы тезис-антитезис-синтез, первостепенную роль в построении которой играет мотивная драматургия.

#### Список литературы / References

1. Мазель Л. Строеие музыкальных произведений. – изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Музыка, 1979. – 536 с.
2. Романова Е. О композиционном crescendo в «Неаполитанской песенке» Чайковского // Международный научно-исследовательский журнал (International Research Journal), № 11 (53) 2016, Часть 2. – С. 91 – 95.
3. Тюлин Ю. Музыкальная форма / Ю. Тюлин, Т. Бершадская, И. Пустыльник и др.; общая ред. проф. Ю.Н. Тюлина. – изд 2-е, испр. и доп. – М.: Музыка, 1974. – 361 с.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Mazel' L. Stroenie muzykal'nyh proizvedenij. [Structure of pieces of music]. – 2nd edition, added and processed. – M.: Muzyka, 1979. – 536 p. [in Russian]
2. Romanova E. O kompozicionnom crescendo v «Neapolitanskoj pesenke» Chajkovskogo. [About composite crescendo in "The Neapolitan song" of Tchaikovsky] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal], № 11 (53) 2016, Part 2. – P. 91 – 95. [in Russian]
3. Tjulín Ju. Muzykal'naja forma [Musical form] / Ju. Tjulín, T. Bershadskaja, I. Pustyl'nik and others; general edited by prof. Yu. N. Tyulin. – 2nd edition, corrected and top. – M.: Muzyka, 1974. – 361 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.003>

Син Ничжэнь

ORCID: 0000-0001-5638-2800, Аспирант кафедры художественного образования и декоративного искусства факультета изобразительного искусства РГПУ им. А.И. Герцена

**СОЗДАНИЕ СОЮЗА КИТАЙСКИХ ХУДОЖНИКОВ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ***Аннотация*

*В статье рассматриваются некоторые исторические предпосылки создания Союза художников Китая в 1949 г. Существующий и поныне Союз художников не был первым общественным художественным объединением, однако условия для создания всекитайского союза сложились лишь с объединением Китая под властью КПК. Во главе Союза с момента его основания находились, с одной стороны, лояльные КПК художники с академическим образованием (Сюй Бэйхун, У Цзожэнь и др.), с другой — художники-революционеры (Цзян Фэн, Ли Хуа и др.). И те и другие отвергали идею «искусства ради искусства» и были полны энтузиазма работать на благо народа.*

**Ключевые слова:** Союз художников Китая, Сюй Бэйхун, Цзян Фэн.

Xing Nizhen

ORCID: 0000-0001-5638-2800, Postgraduate Student of the Department of Art Education and Decorative Arts of the Faculty of Fine Arts, Herzen State Pedagogical University of Russia

**CREATION OF THE COMMONWEALTH OF CHINESE ARTISTS: HISTORICAL PREREQUISITES***Abstract*

*The article examines some of the historical prerequisites for the creation of the Commonwealth of Artists of China in 1949. Commonwealth of Artists of China (which exists to this day) was not the first public artistic union; however, the conditions for the all-China association appeared only after the unification of China under the CCP. The commonwealth was headed by artists with academic education loyal to the CCP on the one hand (Xu Beihong, U Xiochen, etc.), on the other hand, artists-revolutionaries (Jiang Feng, Li Hua and others). Both groups rejected the idea of "art for art's sake" and were enthusiastic to work for the good of the people.*

**Keywords:** Commonwealth of Artists of China, Xu Beihong, Jiang Feng.

Союз художников Китая (*Чжунго мэишунця сехуй*) — народная организация художников, являющаяся членом Всекитайской ассоциации работников литературы и искусства, которая имеет в своем составе представителей всех народностей КНР. Союз художников основан Политическим консультативным советом и подчиняется Отделу пропаганды и агитации Секретариата ЦК КПК. Главный штаб Союза художников находится в Пекине. В каждой провинции (за исключением Тайваня), во всех городах центрального подчинения и автономных районах имеются провинциальные, городские и районные структурные подразделения (филиалы) Союза. После 1990 г. все филиалы получили статус организаций-членов Союза. Провинциальным, городским и районным филиалам было присвоено имя Союзов художников (так, например, филиал Союза художников провинции Гуандун был переименован в Союз художников провинции Гуандун).

Высшим руководящим органом для Союза художников Китая является Всекитайское собрание представителей. На собрании, проходящем один раз в пять лет, путем выборов формируется правление, которое, в свою очередь, избирает председателя и его заместителя, формируя президиум. Президиум назначает старшего секретаря и его заместителя и является ответственным за текущую работу по организационному обеспечению.

Союз художников Китая был официально учрежден 21 июля 1949 г. под названием Всекитайской ассоциации работников искусства (*чжунхуа цюаньго мэишу гунцзочжэ сехуй*).

До 1949 г., при гоминьдане, художники концентрировались главным образом вокруг Национальной ханчжоуской академией художеств (*Голи Ханчжоу ичжунь*; осн. в 1928 г.) и Пекинской Академии художеств (*Голи Бэйпин ишу чжуанкэ сюэсяо*; осн. в 1918 г.). Среди многочисленных художественных движений, существовавших в этот период, художникам лишь двух типов удалось стать частью вновь созданной бюрократической системы, полностью подконтрольной КПК. Первые («академики») — это художники с академическим образованием, многим из которых удалось освоить как традиционную китайскую живопись (*гохуа*), так и техники европейской живописи. Вторые («революционеры»), многие из которых не имели академического художественного образования, с самого начала специализировались на создании искусства для широких народных масс, используя средства ксилографии или подражая лубочным простонародным картинам *няньхуа* [1, С. 12].

При новых властях среди «академиков» существовать смогли лишь те, кто отверг идею «искусства ради искусства». Одним из таких художников был Сюй Бэйхун (1895—1953). Будучи гениальным художником, талантливым педагогом и теоретиком живописи, одинаково преуспевшим в западноевропейской и китайской манере письма, он оказался и блестящим организатором, собрав вокруг себя талантливых людей со всего Китая. Как пишет

советский специалист по творчеству Сюй Бэйхуна Т.А. Пострелова: «Много сил Сюй Бэйхун отдавал борьбе за консолидацию всех видов искусства, которые должны были сблизиться на базе единой идейно эстетической позиции. Знакомство с искусством художников Страны Советов укрепляло Сюй Бэйхуна в его стремлении к единству прогрессивных художественных сил Китая, к господству, признанию реалистического метода на почве общих социальных и культурных задач... Процесс перестройки художественного образования совершался параллельно с созданием Союза художников — прогрессивной организации, объединяющей деятелей изобразительных искусств» [3, С. 180].

По возвращении из поездки в Советский Союз в 1934 г., в ходе которой Сюй Бэйхун завел немало личных дружественных связей с советскими художниками и ознакомился с организацией творческой деятельности, он активно продвигал советское реалистическое искусство, чем навлек на себя критику реакционных кругов. В результате чего он был вынужден покинуть Нанкин и переехать в Гуйлинь, где им был основан Союз китайских художников, который по целям, задачам и программе противопоставил себя гоминьдановскому союзу художников [3, С. 116].

Другой ключевой фигурой стал художник-ксилограф Цзян Фэн (1910–1983). Он родился в семье рабочих и с юного возраста был вовлечен в рабочее протестное движение. Его работы отличала простота и доступность для понимания народа. В 1931 г. он стал членом Общества озера Сиху восемнадцатого года (*Сиху иба шиэ*), к которому примкнули многие художники, отчисленные из Ханчжоуской академии за политические убеждения. Позже он вступил в Шанхайский исследовательский центр искусств восемнадцатого года (*Шанхай иба шиэ яньцзюсо*), ставший ядром Лиги левых художников (*Чжунго цзои мэишуня лянмэн*). Позднее он прибыл в г. Яньань — колыбель китайской революции, где стал преподавателем в новой Академии искусств им. Лу Синя. Впоследствии был снят со всех постов из-за контактов с художником Фэн Сюэфэном, не поддерживающим взгляды Мао Цзэдуна и поэтом Ай Цингом, не соблюдавшим партийную дисциплину в своем творчестве. После 1945 г. в составе группы художников Цзян Фэн был отправлен на Северо-Восток, в г. Шэньян — ему пришлось проделать опасный путь через территории, контролируемые националистами для открытия там Северо-Восточной академии искусств им. Лу Синя. Вместе с ним из Яньани в Шэньян были отправлены будущие деятели Союза Художников, включая графика Гу Юаня (1919–1996) и карикатуриста Чжан Дина (1917–2010). [1, С. 12-22]

Ранее, в 1938 году, на фоне разворачивающейся войны с Японией, разочарования в политике гоминьдана и усиления движения за единый антияпонский фронт, в Ухани произошло объединение литераторов и художников во Всекитайскую ассоциацию работников литературы и искусства по отпору врагу. Создание Ассоциации на основе бывшей Лиги левых писателей было инициировано писателями Го Можо, Мао Дунем, Тянь Ханем и другими. Ассоциацию возглавил Лао Шэ. В 1945 году организацию переименовали во Всекитайскую ассоциацию работников литературы и искусства (ВАРЛИ). Спустя полгода после освобождения Пекина от гоминьданского владычества, 19 июля 1949 г. она была преобразована в новую ассоциацию с тем же названием. Председателем был избран Го Можо, его заместителями стали Мао Дунь и Чжоу Ян [4]. Помимо Союза Художников всекитайскими членами ВАРЛИ стали организованные тем же летом Ассоциация литературных работников (с 1953 г. — Союз писателей Китая), Союз Китайских музыкантов, Ассоциация театральных работников (с 1953 г. — Театральный союз Китая) и другие общественные организации.

Ныне существующий Союз художников с Сюй Бэйхуном в роли председателя был фактически основан еще в 1946 году. В том же году Сюй Бэйхун стал ректором Пекинского художественного училища (Института живописи). В одном из своих писем, предположительно 1946 г., он указывал, что возглавляемый им институт после реорганизации станет левым учебным заведением. Многие преподаватели института являлись его бывшими студентами и верными последователями [1, С. 31]. Вместе с «революционерами» они составили ядро Союза на долгие годы вперед — его членами стали У Цзожэнь (1908–1997), Ли Хуа (1907–1994), Е Цяньюй (1907–1995) и др. В числе прочих он приглашает на работу Ци Байши (1864–1957), подлинного гения китайской живописи. В отличие от остальных, Ци Байши, являвший собой живой символ традиционной живописи Китая, позволялось не принимать участия в политической деятельности, даже после избрания его председателем Союза в 1953 г. — настолько велик был его авторитет [2, С. 152].

Активная организационная деятельность Сюй Бэйхуна спровоцировала реакцию — в 1947 г. он подвергся критике и нападкам со стороны художников гоминьданского толка, инициировавших движение «опрокинуть Сюя», и окончательно разошелся с ними в вопросах обучения искусству [3, С. 180].

В 1948 г., когда правительство Чан Кайши готовилось к отбытию на Тайвань, Тянь Хань, с которым Сюй был близок, передал сообщение от Мао Цзэдуна и Чжоу Эньлая с убедительной просьбой остаться. Сюю удалось убедить коллег не покидать Пекин [1, С. 33].

21 июля 1949 г. в парке Чжуншань в Пекине было торжественно объявлено об основании Всекитайского союза работников искусства. Первым председателем Союза был назначен Сюй Бэйхун, должности заместителей председателя заняли Цзян Фэн и Е Цяньюй, членами постоянного комитета стали Цай Жохун (1910–2002), Лю Кайцзюй (1904–1993), У Цзожэнь, Ли Хуа, Гу Юань, Ван Чаовэнь (1909–2004), Ни Идэ (1901–1970), Ли Чунь (1912–2012), Чжу Дань (1916–1988) и Е Фу (1909–1973). Членов всекитайского комитета в то время насчитывалось 41, дополнительного комитета — 10 человек [4].

По настоящее время Союз художников Китая организует и осуществляет создание предметов изобразительного искусства, искусствоведческую критику, изучение истории изобразительных искусств, художественное образование, издательскую деятельность, проектные работы и т. д., аккумулируя в себе достижения всех регионов страны. Союз имеет в своих рядах влиятельных художников и исследователей и является единственной комплексной художественной организацией всекитайского масштаба на государственном уровне.

Союз художников Китая отвечает за организацию и руководство художественной деятельности и ее теоретического изучения, выполняет роль организатора в ходе проведения крупнейших художественных и научно-

исследовательских выставок всекитайского масштаба, издает научную периодику, способствует развертыванию научных дискуссий и продвижению художественного образования, усердно выполняет работу по координации и обслуживанию художественной деятельности, создает гармоничную среду для художников, стимулирует развитие и процветание искусства.

Союз активно осуществляет международный обмен в области изобразительного искусства, организует и участвует во всевозможных международных художественных выставках, устраивает приемы для художников со всего мира, организует визиты делегаций китайских художников за рубеж, стимулируя взаимодействие в различных форматах с художественными кругами зарубежных стран, и способствует укреплению с ними отношений дружбы и сотрудничества.

#### Список литературы / References

1. Andrews J. F. Painters and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. – Berkeley: University of California Press, 1994 – 568 p.
2. Муратов П. Д. Другие берега // Идеи и идеалы. – 2012. – Т. 1. – №. 1. – С. 152-165.
3. Пострелова Т.А. Творчество Сюй Бэйхуна и Китайская художественная культура XX в. – Москва: Изд-во «Наука», Главн. ред. восточной лит-ры, 1987 – 264 с.
4. Чжунго мэйшунцзя сехуй [Союз художников Китая]: офиц. сайт. [на кит. яз.] URL: <http://www.caanet.org.cn> (дата обращения: 29.04.2017).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Andrews J. F. Painters and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. – Berkeley: University of California Press, 1994 – 568 p.
2. Muratov P. D. Drugie berega [Other Shores] // Idei i idealy [Ideas and Ideals]. – 2012. – Vol. 1. – №. 1. – P. 152-165. [in Russian]
3. Postrelova T.A. Tvorchestvo Sjuj Bjejhuna i Kitajskaja hudozhestvennaja kul'tura XX v. [The Art of Xu Beihong and Chinese Art Culture in 20th Century] – Moscow: Nauka, Glavnaja redaktsija vostochnoj literatury, 1987 – 264 p. [in Russian]
4. Zhongguo meishujia xiehui [The China Artists Association]: an official website. – URL: <http://www.caanet.org.cn> (accessed: 29.04.2017). [in Chinese]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.131>

Спорышев В.П.

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

#### ПРОЯВЛЕНИЯ ФЕНОМЕНА ГЛАМУРА В ОПЕРНЫХ ПОСТАНОВКАХ

#### Аннотация

*В статье рассмотрен один из аспектов новаторства оперной режиссуры конца XX - начала XXI века. Исследовано влияние субкультуры гламура на характер оперных постановок, связь оперы с общественным контекстом и СМИ. Показано, что снижение обязательной для оперной постановки событийной плотности может быть компенсировано яркостью и неожиданностью визуальных эффектов. Аффектация достигается в оперной постановке за счет плотности символов гламурного стиля. В этом случае драматургия и даже сюжет оказываются вторичными. Кроме того, опера не может быть признана решенной в традиции гламура, если она не получила признания и восторгов в элитарных кругах и если не была успешной в коммерческом смысле.*

**Ключевые слова:** современная опера, субкультура гламура, символизм, аффектация и визуальные эффекты, семиотика оперы.

Sporyshev V.P

Postgraduate student

Moscow state University named after M. V. Lomonosov

#### MANIFESTATIONS OF THE PHENOMENON OF GLAMOUR IN OPERA PRODUCTIONS

#### Abstract

*The article considers one of the aspects of innovation of Opera directing at the end of XX - beginning of XXI века. The influence of the subculture of glamour on the nature of Opera productions, the Opera connection with the social context and the media. It is shown that the decrease in binding for Opera event density can be compensated by the brightness and unexpected visual effects. Affectation is achieved in Opera due to the density of symbols glamorous style. In this case, the drama and even the plot are secondary. In addition, Opera can not be considered solved in the tradition of glamour, if it has not received recognition and admiration in the elite circles, and if not successful in a commercial sense.*

**Keywords:** modern Opera, a subculture of glamour, symbolism, affectation and visuals, the semiotics of Opera.

Начало третьего тысячелетия выявило ряд противоречий в развитии оперного жанра. С одной стороны, необходимость адаптации оперы к потребностям современного зрителя с начала XX века приводит к появлению оперной режиссуры, что как будто бы подразумевает исполнение завета Кристофа Виллибальда Глюка «свести музыку к ее настоящему назначению - сопутствовать поэзии», развить драматургический и визуальный компонент оперного представления. С другой стороны, перемены, произошедшие в новейших образцах жанра к настоящему моменту, свидетельствуют об ослаблении драматургии и усилении аффективного (эмоционального в противовес интеллектуальному, рассудочному) начала, сходного своей демонстрацией с качествами маскарадного действия: «маскарад целой эпохи, целой сложной и витиеватой жизни, якобы подлинной, а в самом деле - притворной,

обманной, маскарад отношений, не выражающих, а только скрывающих, прячущих - и убивающих - настоящие чувства» [14, С. 204].

Наиболее вероятной причиной такого противоречия приходится считать характеристику самого времени, в которое начинает происходить эта модернизация. XX век ознаменован сменой вектора развития цивилизации - от эволюционного к революционному, мировыми войнами, формированием единого глобального пространства как следствия информационной революции. Естественным результатом этих перемен оказывается множественная ротация элит, которая сказывается и на искусстве, их обслуживающем, искусстве, уже безусловно признанном как «элитарное», - на оперном жанре.

Глобализация ведет к формированию новой наднациональной элиты, характеризующейся универсальными принципами потребления, приверженностью международным стандартам жизни и способностью существовать в разных географических пространствах, постоянно перемещаясь по миру и потребляя самое актуальное и лучшее из создаваемого. Возникает особая субкультура нового класса потребителей - субкультура гламура, которая способствует самоорганизации общности, превращая ее в «класс для себя» [17,168]. Данная культурная традиция нуждается в манифестации особых форм искусства, обозначающих самоидентификацию новой элиты. В этом смысле опера как искусство для посвященных подвергается активному освоению субкультурой гламура.

Исследованию феномена гламура посвящено достаточное количество научных работ, но однозначного определения этому понятию пока нет. Его семантические границы можно очертить в рамках дискурса, прежде всего масс-медийного. А первичной функцией этого дискурса оказывается иерархическая демаркация серой массы обывателей и гламурной элиты.

«Гламурному стилю присуща характеристика иерархичности, поскольку определенный уровень материальной обеспеченности необходим для набора признаков этого стиля: подлинных товаров ведущих брендов, предметов роскоши, пользования дорогостоящими услугами и не стесненным обстоятельствами образом жизни. Таким образом, гламур подразумевает труднодоступность, формирует взгляд «избранных» на «всех остальных» [6, 459-460]. Неудивительно, что некоторые оперные «звезды» попадают в число избранных, присваивая соответствующую атрибутику стиля. На недавнем приёме в Метрополитен опера г-жа Нетребко блистала в бархатном платье от Dolce & Gabbana с кружевным воротничком и брошью (\$2,995), шубке из стриженного меха ласки от Louis Vuitton (\$10,600), потрясающей сумкой из меха лисы от Escada и расшитых блёстками босоножках от Prada (\$635). «Я люблю надевать это в оперу, - сообщила сопрано о своём наряде. - Я часто хожу на спектакли своих коллег. Или на какие-нибудь большие, роскошные вечеринки!» - пишет автор независимого и некоммерческого сетевого издания «Призрак оперы» в газету «Нью-Йорк Таймс». А также: «В репортажах о выступлениях Хворостовского названия брендов производителей модных аксессуаров и одежды также встречаются куда чаще имён композиторов или названий опер. Оно и понятно: гламурной публике всё это ближе и понятней» [5].

Новая опера обретает своих паладинов и получает гламурный контент, обеспечиваемый модными режиссерами-постановщиками. Так появляется «гламурная опера».

Гламурность оперы - ее исключительность. С самого начала возникновения этого вида искусства, придуманного для развлечения высшей знати, опера поддерживает марку избранности - вида деятельности, плоды которого доступны немногим. Оперный продукт является априори лучшим по параметрам музыкального и вокального мастерства, хоть и остается непонятным широкому зрителю. Но именно недоступность профанной толпе увлечения оперой позволяет подтвердить свою идентификацию как элиты, как тех, кто получает все лучшее и отличается от «серой» массы. Идентификация, которую посредством оперы обретает современный гламурный бомонд, что весьма показательно, имеет социокультурную природу. Это дает основания для соотнесения данной субкультуры с традиционными культурными элитами. Классификация элиты по своей вовлеченности в процесс создания культурной идентичности и по своему отношению к творчеству была приведена Теодором Гейгером еще в 1949 году:

1) «все те, кто создает культурные ценности (ученые, литераторы, поэты, композиторы, художники, скульпторы...» и т.д.;

2) «образованные люди, которые получили знания, позволяющие им иметь причастность к ценностям, созданных творцами»;

3) «слой “академиков”, или людей, формально имеющих высшее образование, подтвержденное дипломом» [1, С. 174].

Не предвидел ученый только последствий «информационной революции», уже начавшейся к середине прошлого века. В противном случае обязательно включил бы в классификацию и пункт:

4) персоны, тиражируемые СМИ как образцы стиля, образа жизни, принадлежащие прогрессивной субкультуре гламура.

Именно эти социальные страты есть основания причислять к законодателям культурных традиций.

Механизм гламура - это всегда заявление о себе, гиперболизация персоны как образца. С появлением этой категории законодателей опера получает новый виток развития, адаптируясь к современной культурной жизни. Гламурной опере присущи черты, отражающие эволюционные изменения в массовом сознании.

В субкультуре гламура уже нет явного различия между развлечением и самой жизнью. Они сливаются на неком новом уровне восприятия реальности. Этот признак кажется наиболее существенным для различения традиционных и новых элит. «Современную культуру едва ли уже играют, а там, где кажется, что ее все же играют, игра эта притворна. Между тем различать между игрой и не-игрой в явлениях цивилизации становится все труднее, по мере того как мы приближаемся к нашему времени» [16, С. 196]. Увеличение динамики образа и плотности поступления информации в ущерб качеству и глубине ее переработки вызывает явление, предсказанное еще в начале прошлого века. Это явление отражает изменения семиотического характера в коммуникационной системе “зритель - режиссерская постановка”, свидетельствующие об эволюции этих систем. Рассматривая одну из моделей театральной коммуникации, Г.Почепцов пишет: «в специальности режиссера Н.Н. Евреинов увидел профессионала

семиотического плана ...Он отмечает появление новой тенденции: «Чем меньше пользуется актер предметами «внешнего маскарада», тем создаваемый им театр должен быть кинетичнее» [12,179].

Так определен ставший сегодня незыблемым правилом закон поддержания информационной плотности в оперной режиссуре. Чтобы держать зрителя в состоянии заинтересованности требуется высокая событийная плотность.

Ее снижение может быть компенсировано яркостью и неожиданностью визуальных эффектов, неким «маскарадом», поскольку визуальный канал поступления информации наиболее ресурсоемкий: «Сенсорной системой, интегрирующей сигналы любой модальности (от тактильной до интероцептивной), является зрительная система. Универсальность ее в интегрировании и переинтегрировании любых по модальности сигналов поразительна. В любом акте зрительного восприятия можно обнаружить сложнейший полимодальный механизм. 40 лет назад П.П. Блонский высказал предположение, что зрительные образы всегда представляют собой слияние собственно-зрительных сигналов со зрительно-преобразованными сигналами других модальностей. Современная психофизиология вполне подтверждает такое предположение. Действительно, зрительная система всегда работает как интегратор и преобразователь сигналов всех модальностей [2, С. 85].

Снижение событийной плотности (или «кинетики»), как ее понимал Н.Евреинов) можно компенсировать повышением аффективности через вовлечение зрителя в сопереживание, что в отношении субкультуры гламура гораздо менее надежный прием режиссуры. Аффектация достигается в оперной постановке за счет плотности символов гламурного стиля. В этом случае драматургия и даже сюжет оказываются вторичными.

Режиссер-постановщик и одновременно художник-сценограф Яннис Коккос так прокомментировал свою постановку оперы «Самсон и Далила», премьерный показ которой состоялся в рамках XXIV музыкального фестиваля «Звёзды белых ночей» в Мариинском театре: «Эта история помещена мной стилистически и эстетически вне времени. ... Я пытался избежать точного переноса в современность, но всё происходящее на сцене так или иначе приближено к нам. ... Библейский контекст, конечно, тоже присутствует в некоторых элементах постановки, но не является ключевым». Информационная глобализация в опере связывается с пренебрежением к исторической достоверности, событийный ряд конструируется как универсальная вневременная ситуация. Иронически критик Л.Лаврова так передает содержание увиденного на сцене: «Никакого развития событий: персонажи оперы вышли, поозирались, сели, встали и ушли». «Вместо храма Дагона – ночной клуб в неоновых огнях». «Ну, нет в «Самсоне» гламурных современных дам с голыми руками в длинных эстрадных платьях (которые при этом поют про тучные стада и плодородные поля!), нет мальчиков-трансвеститов в лифчиках и женских чулках (это у режиссёра сцена вакханалии)...». Тем не менее весь этот насыщенный гламурным символизмом визуальный ряд присутствует в оперной постановке, общение со зрителем режиссер осуществляет через близкий гламурному зрителю по его современной жизни ряд образов и символов. Безусловная яркость постановки, подсвеченной неоновыми огнями сопровождается простотой в предъявлении смыслов – «хорошие» персонажи в белых рубашках и вечерних платьях, «плохие» – в форме нацистской армии. Поклонников классической оперы раздражает новый оперный язык. Вердикт критика постановке: «...учитывая, что речь идёт о трагическом сюжете из Библии, сильно кощунством отдаёт» [8].

Другой известный критик, Гюльра Садых-заде, комментируя постановку «Коронация Поппеи», отмечает: «Стремление режиссера угодить тем, кто приходит в оперу развлечься, приводит к тому, что гламурность начинает преобладать над содержательностью: главное, “чтобы костюмчик сидел” и потрясал воображение» [15].

Безусловно, критическая оценка необходима для обозначения параметров эволюционных процессов в искусстве. Но нельзя забывать, что премьеры многих опер, ставших впоследствии классикой, начинались с провала. Видимо, неправы составители Музыкальной энциклопедии М. Ковалева и Ю. Лемеш, утверждающие, что, «чтобы постановка провалилась, нужно сделать нечто действительно ужасное» [11, С. 85]. Иногда достаточно просто нового или непривычного, какими еще пока являются черты «гламурной» оперы.

Примеров оперных постановок, в которых можно без особого труда увидеть эти черты, множество. Приведенные нами примеры современных постановок примечательны тем, что они являются не только творческой переработкой классики оперного жанра, созданной в своем первоначальном варианте гениальными композиторами, но и тем, что затрагивают наиболее существенные общественные ценности: веру, патриотизм и героизм.

Как правило, подлинно талантливому произведению, решенному в гламурном стиле, присуща завораживающая привлекательность. Гламур – манифест жизни без проблем, жизни как состояние вечного праздника. Журналисты еще называют гламур субкультурой позитива, где ее представители живут в искусственно созданном мире, в котором все хорошо, все счастливы, много друзей и каждый день происходят вечеринки.

Эффект «гламурности» можно также определить как триумф не включающегося в переживания обаяния, поскольку «Обаяние составляет самую могущественную причину всякого господства: боги, короли и женщины не могли бы никогда властвовать без нее» [8, С. 190]. Рассчитывать на рефлексии, на осмысление сюжетных перипетий в условиях, когда сознание структурировано СМИ и настроено на клиповую подачу информации, когда предметно-действенное и наглядно-образное виды мышления оперного зрителя в их повседневной реальности повсеместно получают преимущество над вербально-логическим, благодаря меньшему времени на их переработку, излишне оптимистично. Визуализация и аффективность насыщают все сферы жизни, а потому именно они должны присутствовать в востребованном искусстве. Кроме того, продукт гламура должен быть конвертируемым. Опера не может быть признана решенной в традиции гламура, если она не получила признания и восторгов в элитарных кругах и если не была успешной в коммерческом смысле, то есть неуспешно эксплуатировала аффект в содержательном плане: «продаются сейчас не произведения, а аффекты, или, точнее, некая эфемерная возможность нового аффекта (все известные аффекты, сильные и слабые, освоены, скуплены и тиражируются кинематографом и средствами массовой информации)» [3, С. 77]. Новая постановка оперы С. С. Прокофьева «Война и мир», представленная публике на Новой сцене Мариинского театра в рамках фестиваля «Звёзды белых ночей» в 2014 году, была осуществлена британским режиссером Г. Виком и сумела решить эти обе задачи.

В данном случае в качестве информационной подготовки общественности к значимому событию был использован пиар-прием (противоположный широкому освещению) – засекречивание информации. Если о работе над предыдущей премьерой, оперой Берлиоза «Троянцы», вся информация – от фотографий начала монтажки декораций до интервью работников музыкального отдела театральной библиотеки и первых репетиций – была максимально представлена в аккаунтах Мариинского театра в социальных сетях, то данная постановка «Война и мир» была окутана тайной: ни одного журналиста не пригласили на генеральную репетицию, артистам было запрещено что-либо рассказывать прессе, что, безусловно, подогревало интерес театральной общественности не меньше широкого оповещения. При этом, как и В.А. Гергиев, Грэм Вик – культовая фигура в современном театральном пространстве. Последний является художественным руководителем Бирмингемской оперы, обладателем многочисленных наград и премий в области режиссуры и внушительного списка различных оперных постановок для известнейших театров мира. Как отмечают критики, особый режиссерский стиль Г.Вика – способность придать любой постановке обновленное современное звучание и европейский блеск. Он, по его собственному мнению, не пользуется любовью аудитории любителей оперной классики – «...зрителей с опытом, которые... любят, ну, не знаю, «Руслана и Людмилу» и «Бориса Годунова» [13].

В «Войне и мире» 2014 года гламурный язык постановки отчетлив:

1) в использовании костюмов артистов – современные деловые костюмы и эстрадные платья с блестками. С помощью этого приема решена и тема взросления Наташи Ростовской: от юной наивности в розовой пижамке до светской «львицы» в коротком золотом платье и на шпильках;

2) в трактовке образов героев: Элен – светская «львица», употребляющая кокаин, Кутузов в окружении секьюрити, Александр I, прибывающий на Бал прямо с самолетного трапа в реальную величину, Пьер Безухов и Анатолий Курагин в образе бандитов 90-х на фоне черного «мерседеса», выезжающего на сцену;

3) в оформлении сцены: гротескные гиперболизированные декорации – огромный танк, большие гробы, свисающие трупы, камуфляж и противогазы на артистах, огромная сумка известного бренда «Louis Vuitton». Над оперным действием реют штандарты, соединяя французский флаг с написанным на нем словом «нет» и орлом Третьего рейха. Величавость и изысканность олицетворяют люстры Swarovski, контрастируя с убогим реализмом – рабочими комбинезонами и обшарпанными комодами.

4) в использовании мультимедийных средств: огромная проекция рекламного плаката вышеупомянутого «сумочного» бренда с изображением обнаженной модели; демонстрация кадров кинохроники времен Великой Отечественной войны в ускоренном темпе, снижающая градус героического пафоса в пользу комичности, более соответствующей восприятию в стиле гламура.

Как видим, и эта постановка плотно насыщена гламурным символизмом.

Приведенные примеры убедительно показывают, что в современных оперных постановках на ведущих оперных сценах мира широко представлены признаки гламурной субкультуры – характерной субкультуры глобализованного общества. Конечно, классическая критика часто встречает эти признаки с определенной предубежденностью. Но можно утверждать: «Сейчас мы переживаем переходное время, когда элиту структурирует хаос» [4]. Проявления подобного «хаоса» могут восприниматься как безвкусица или нигилизм, но, безусловно. В этих исканиях есть и зерна подлинных творческих находок.

В теоретическом плане важно помнить, что освоение классических музыкальных жанров совершается в эпоху глобальной перестройки общественных отношений, в эпоху турбулентности, когда наступающая «галактика Маркони» – галактика аудиовизуальной культуры – диктует обновление художественного языка даже в опере. Это обновление не ведет к появлению рэпа на оперной сцене, но учитывает тенденцию к визуализации коммуникативного языка. Сама же визуализация носит использует зрительные эффекты, в которых часто читаются признаки гламурного стиля. «Гламуризация» может рассматриваться как важный элемент новаторства на оперной сцене сегодня.

#### Список литературы / References

- Geiger T. Die Stellung der Intelligenz in der Gesellschaft. Stuttgart, 1949. Цит. по Щепанский Я. Элементарные понятия социологии. М.: «Прогресс», 1969. – 240с.
- Ананьев Б. Г. Психология и проблемы человекознания. М.: Изд-во «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «МОДЭК», 1996. – 384 с.
- Аронсон О. Богема: Опыт сообщества. Наброски к философии асоциальности. М.: Фонд «Прагматика культуры», 2002. – 96 с.
- Аронсон О. Материалы к программе. Александр Гордон. Диалоги. Элитарное и массовое. 24.09.2001. Олег Аронсон и социолог Борис Дубин о дихотомии «элитарное-массовое» и о различных аспектах этой диалектики в культуре и искусстве. Интернет-источник: <http://gordon0030.narod.ru/archive/1965/index.html>
- Веселаго К. Гламурная жесть, или приглашение в оперу#2. 06.06.2007. Интернет-источник: <http://operamusic.ru/698-glamurnaya-zhest-ili-priglasenie-v-operu2.html>
- Какичева Ю.В. Гламур как категория оценочности // Политика в зеркале языка и культуры: сб. науч. ст. Серия «Филологический сборник» Вып. 10. М.: ИЯ РАН, 2010. С. 458-465.
- Краткий психологический словарь/Сост. Карпенко Л. А. Ред. Петровского А. В., Ярошевского М. Г. М.: Политиздат, 1985. С. 28 (с. 431)]
- Лаврова Л. Самсон в неоновых огнях гламура. 20.06.2016. Интернет-источник: <http://musicseasons.org/samson-v-neonovux-ognyax-glamura/>
- Лебон Г. Психология толп. М., 1998. С. 201. Цит. по Брызгалова Е. В. Индивидуальность: стратегии поиска. М.: ООО «Когито-Центр», 2003. – 464 с.
- Ленин В.И. Великий почин. Соч., т. 29. С. 288, изд. 2-е. 1954 цит. по Щепанский Я. Элементарные понятия социологии. М.: «Прогресс», 1969. – 240 с.
- Опера: маленькая музыкальная энциклопедия / Сост. М. Ковалева, Ю. Лемеш. СПб.: «Фондervинд», 2014. – 96 с.



12. Почепцов Г.Г. Теория коммуникации. М.: Рефл-бук, К.: Ваклер, 2001. С. 179 (из 656)
13. Ренанский Д. Грэм Вик: «Я больше всего боюсь того, что опера снова вернется к богатым». 21.10.2010. Интернет-источник: [os.colta.ru/music\\_classic/events/details/18357](http://os.colta.ru/music_classic/events/details/18357)
14. Рудницкий К.Л. Режиссер Мейерхольд. М.: Наука, 1969. 527 с. С. 204.
15. Садых-заде Г. «Коронация Поппеи» Монтеверди в Баварской опере. 21.07.2006. Интернет-источник: <http://www.belcanto.ru/article21072006-1.html>
16. Homo Ludens; Статьи по истории культуры. / Пер., сост. и вступ. ст. Д.В. Сильвестрова; Комментар. Д. Э. Харитоновича. М.: Прогресс - Традиция, 1997. - 416 с.
17. Щепанский Я. Элементарные понятия социологии. М.: «Прогресс», 1969. 240 с. (стр. 168.)

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Geiger T. Die Stellung der Intelligenz in der Gesellschaft. Stuttgart, 1949. Cit. po Shhepan'skij Ja. Jelementarnye ponjatija sociologii.[ CIT. for Shepan'ski J. Basic concepts of sociology] M.: «Progress», 1969. – 240s. [in Russian]
2. Anan'ev B. G. Psihologija i problemy chelovekoznaniya.[ Psychology and problems of anthropology.] M.: Izd-vo «Institut prakticheskoj psihologii», Voronezh: NPO «MODJeK», 1996. - 384 s. [in Russian]
3. Aronson O. Bogema: Opyt soobshhestva. Nabroski k filosofii asocial'nosti [ Bohemia: the Experience of community. Sketches of the philosophy of the asocial]. M.: Fond «Pragmatika kul'tury», 2002. - 96 s. [in Russian]
4. Aronson O. Materialy k programme. Aleksandr Gordon. Dialogi. Jelitarnoe i massovoe. 24.09.2001. Oleg Aronson i sociolog Boris Dubin o dihotomii «jelitarnoe-massovoe» i o razlichnyh aspektah jetoj dialektiki v kul'ture i iskusstve. Internet-istochnik: <http://gordon0030.narod.ru/archive/1965/index.html> [Materials for the program. Alexander Gordon. Dialogs. Elite and mass. 24.09.2001. Oleg Aronson and sociologist Boris Dubin on the dichotomy of "elite-mass" and the various aspects of this dialectics in the arts and culture. Internet source: <http://gordon0030.narod.ru/archive/1965/index.html>] [in Russian]
5. Veselago K. Glamurnaja zhest', ili priglashenie v operu#2. 06.06.2007. Internet-istochnik: <http://operamusic.ru/698-glamurnaya-zhest-ili-priglashenie-v-operu2.html> [Glamorous gesture, or an invitation to the Opera#2. 06.06.2007. Internet source: <http://operamusic.ru/698-glamurnaya-zhest-ili-priglashenie-v-operu2.html>] [in Russian]
6. Kakicheva Ju.V. Glamur kak kategorija ocenocnosti [Glamour as a category of evaluation ] // Politika v zerkale jazyka i kul'tury: sb. nauch. st. Serija «Filologicheskij sbornik» [Politics in the mirror of language and culture: collection of scientific works. article Series "Philological collection,"] Vyp. 10. M.: IJa RAN, 2010. S. 458-465. [in Russian]
7. Kratkij psihologicheskij slovar' [Concise dictionary of psychology ] /Sost. Karpenko L. A. Red. Petrovskogo A. V., Jaroshevskogo M. G. M.: Politizdat, 1985. S. 28 (s. 431)] [in Russian]
8. Lavrova L. Samson v neonovyh ognjah glamura. 20.06.2016. Internet-istochnik: <http://musicseasons.org/samson-v-neonovyh-ognyah-glamura/> [Samson neon lights of glamour. 20.06.2016. Internet source: <http://musicseasons.org/samson-v-neonovyh-ognyah-glamura/>] [in Russian]
9. Lebon G. Psihologija tolp [The psychology of crowds]. M., 1998. S. 201. Cit. po Bryzgalina E. V. Individual'nost': strategii poiska [Personality: search strategies]. M.: ООО «Kogito-Centr», 2003. – 464 s. [in Russian]
10. Lenin V.I. Velikij pochin [Great beginning.]. Soch., t. 29. S. 288, izd. 2-e. 1954 cit. po Shhepan'skij Ja. Jelementarnye ponjatija sociologii [Basic concepts of sociology]. M.: «Progress», 1969. – 240 s. [in Russian]
11. Opera: malen'kaja muzykal'naja jenciklopedija [Opera: the little musical encyclopedia] / Sost. M. Kovaleva, Ju. Lemesh. SPb.: «Fondervind», 2014. – 96 s. [in Russian]
12. Pochepcov G.G. Teorija kommunikacii [Communication theory]. M.: Refl-buk, K.: Vakler, 2001. S. 179 (iz 656) [in Russian]
13. Renanskij D. Grjem Vik: «Ja bol'she vsego bojus' togo, chto opera snova vernetsja k bogatym». 21.10.2010. Internet-istochnik: [os.colta.ru/music\\_classic/events/details/18357](http://os.colta.ru/music_classic/events/details/18357) ["I'm most afraid that Opera will return to the rich". 21.10.2010. Internet source: [os.colta.ru/music\\_classic/events/details/18357](http://os.colta.ru/music_classic/events/details/18357)] [in Russian]
14. Rudnickij K.L. Rezhisser Mejerhol'd [The Director Meyerhold.]. M.: Nauka, 1969. 527 s. S. 204. [in Russian]
15. Sadyh-zade G. «Koronacija Poppei» Monteverdi v Bavarskoj opere. 21.07.2006. Internet-istochnik: <http://www.belcanto.ru/article21072006-1.html> ["The coronation of Poppea" Monteverdi and the Bavarian state Opera. 21.07.2006. Internet source: <http://www.belcanto.ru/article21072006-1.html>] [in Russian]
16. Homo Ludens; Stat'i po istorii kul'tury [Article on the history of culture.]. / Per., sost. i vstup. st. D.V. Sil'vestrova; Komment. D. Je. Haritonovicha. M.: Progress - Tradicija, 1997. - 416 s. [in Russian]
17. Shhepan'skij Ja. Jelementarnye ponjatija sociologii [Elementary concepts of sociology]. M.: «Progress», 1969. 240 s. (str. 168.) [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.053>

Шугуров П.Е.

ГОУ ВПО «Дальневосточный Федеральный университет»

## СОВРЕМЕННОЕ ГОРОДСКОЕ ИСКУССТВО В РОССИИ

## Аннотация

В данной статье автор на основе социокультурного и исторического подходов предлагает термин «городское искусство» для определения комплекса художественных активностей в открытом доступе общественной среде. Предпринята попытка систематизировать и конкретизировать проявление художественной активности в общественной городской среде и ввести понятие «городское искусство» на основе эволюции культурных форм городской среды, выявив его типологию, факторы и принципы формирования. Выявлены современные тенденции культурных и социальных принципов их формообразования в городской среде. В результате исследования исторически-эволюционным методом определена эволюция социально-культурной рефлексии на произведения городского искусства. Городская среда анализируется с точки зрения динамики формирования её художественного облика в социальном и культурном контекстах.

**Ключевые слова:** городское искусство, монументально искусство, монументальная пропаганда, оформительское искусство, постмонументальное искусство, граффити, уличное искусство, стрит-арт, паблик-арт, городская среда.

Shugurov P.E.

Far Eastern Federal University

## MODERN STREET ART IN RUSSIA

## Abstract

In this article, the author suggests using the term “urban art” to define a set of artistic activities in the public domain on the basis of socio-cultural and historical approaches. An attempt to systematize and concretize the manifestation of artistic activity in the public urban environment was made as well as to introduce the concept of “urban art” on the basis of cultural forms evolution, revealing its typology, the factors and principles of its formation. Modern tendencies of cultural and social principles of cultural forms shaping in the urban environment are discussed. As a result of the research, the evolution of socio-cultural reflection on works of urban art is determined with the help of the historical-evolutionary method. Urban environment is analysed from the perspective of the dynamics of its artistic appearance formation in social and cultural contexts.

**Keywords:** urban art, monumental art, monumental propaganda, decorating art, post-monumental art, graffiti, street art, public art, urban environment.

В статье предпринята попытка определения направлений современного городского искусства на основе социокультурного и исторического подходов.

Цель работы: закрепить термин «городское искусство» для определения произведений, созданных для размещения в конкретной общественной среде, в открытом доступе неподготовленного зрителя.

Задачи работы: сделать анализ отличительных факторов, формирующих направление городского искусства России.

Методология исследования. Работа опирается на социокультурный и исторический методы.

В искусстве начала XXI века наблюдается рост художественной активности, не имеющей строго обозначенных стилей и направлений и приобретающей черты социального движения. Такая ситуация складывается из отсутствия объективных причин для возникновения и развития новых художественных идей. Современное искусство переживает период стагнации или некоторого затянувшегося кризиса в формировании течений, стилей и направлений. Это обусловлено популяризацией с конца XX века направления концептуализма с его главной установкой на производство идей и абсолютизированием мировоззрения автора. Данное направление повлияло на изменение парадигмы художественного мышления и последующее появление нового типа произведений искусства – продуктов исследования художника запросов современного общества, социальных проекций и проявлений человека в нём. Объекты искусства этого типа стали ориентированы не на собственно авторство и его самоценность, а на проектное продвижение той или иной идеи заинтересованных лиц. Эта установка нашла особенно интересные формы реализации в направлении городского искусства – искусства в публичном пространстве в открытом доступе для неподготовленных случайных зрителей, формирующемся в основном через коммерческий или государственный заказ в туристических или культурно-развлекательных целях. В этой ситуации, по мнению автора данной работы, наступил кризис в области художественной критики, не способной анализировать новые формы художественной активности в связи с отсутствием критериев комментирования произведений в новой парадигме.

Все это явилось причинами нового витка развития в городском искусстве тенденций массовой культуры, подверженной критике любого обывателя, где смелость выражения авторства художника становится сложной и порой невозможной.

Современное искусство в городской среде проявляется в постоянных попытках художников и кураторов вести диалог с социумом и поиском идей, способных объединять людей смыслами и идеями массового мировоззрения. В настоящее время выстраиваются сложные отношения общества и «общественного» искусства, признаками которых выступает отсутствие новых универсальных идей, которые способны в устойчивой художественной форме существовать в социально-культурном пространстве.

Ценностью произведений городского искусства в современном мире становится их встраивание в идеологию «среднего класса», не обремененную высокими требованиями к уровню эстетики и смысла, ориентированную на украшение объектов городской среды. И решающим фактором здесь выступает доступность художественных произведений искусства в городском пространстве, предполагающих открытую демонстрацию в противовес

изолированности современного искусства галерейной формы, продолжающего исследовать и представлять всевозможные концепции конкретных авторов.

Таким образом, отличительная черта искусства XXI века заключается в том, что оно направлено на общественное пространство и имеет форму культурного выражения проекций, смыслов и ценностей социума. Эта трансляция, осуществляемая посредством социального заказа, обладает всеми признаками массовой культуры.

Эти современные проявления искусства в общественном пространстве, имеющие объективные исторические предпосылки демонстрируют активный рост и основываются на запросе социума на открытие и представление новых форм в искусстве путем их различных вариантов выражения и синтеза – городское искусство, доступное и открытое людям, как в физически, так и духовно.

Развитие различных художественных активностей в городской среде в России обусловлено так же тенденцией трансформации российских городов из индустриальных кластеров в туристические и культурно-развлекательные центры. В виды современной художественной активности в городской среде включены как традиционные, так и современные формы: установка памятников, монументов, развлекательных скульптур, художественных малых архитектурных форм, инсталляций; роспись фасадов зданий и сооружений; проведение флеш-мобов, перформансов, несанкционированных художественных интервенций. Авторы научных трудов лишь объединяют их в группы, применяя общие термины, например: «уличное искусство» (street-art, художественные интервенции городского пространства улиц) и граффити (настенные росписи) в работах Цыгиной Н.А. [5, С. 17], паблик арт (public-art, искусство в общественном пространстве) в трудах Шер Краузе Найт [8, С. 187]. Остаётся в употреблении и объединяющий термин советского искусствоведения - монументальное искусство, используемый для определения произведений, созданных в большинстве случаев из долговечных материалов для оформления пространства в связи с неким мероприятием и значимым социальным событием, либо для символического запечатления возвышенных, общезначимых явлений и идей общественной жизни.

Перечисленные формы данного направления искусства на сегодняшний день, согласно изученным источникам, не имеют однозначного терминологического определения, а также имеют различные характеристики и смысловые нагрузки. У данных форм художественной активности определенно есть объединяющее качество: они создаются специально для определённого пространства и неограниченного свободного доступа неподготовленных зрителей. Другими словами, данные художественные активности связаны общей средой – городской. Исследования автора позволяют предположить, что все чаще применяемый в научных трудах термин «городское искусство» употребляется, как объединяющий художественные активности данного направления, хотя как ни у практиков, ни у теоретиков, изучающих этот род искусств ещё нет единства в его терминологическом определении.

В силу идеологического кризиса термина «монументальное искусство» и сложности с вводом в научный оборот морфологии «паблик арт» из-за проблемности с русскоязычными производными («художник паблик арта», «паблик арт произведение» и так далее), как объединяющее определение исследуемого направления предлагается термин «городское искусство» и производные от него: городской художник, городская живопись, городская скульптура. Дополнительным аргументом для актуализации термина «городское искусство» является тренд массового увлечения урбанистикой и соучастия жителей в управлении городом. Само понятие «город» всё чаще интерпретируется как центр кооперации социально-культурного, экономического, информационного пространства, например, в работах Джейкобс Д. [7, С. 288], Метелевой Е.Р. [4, С. 164].

Ситуацию усложняет так же то, что социально ориентированные художественные проекты, часто масштабные, требуют немалых бюджетов, и, соответственно, системной государственной поддержки. Но терминология нормативно-правовых документов, в соответствии с которой чиновники могут расходовать государственные средства, еще более отличается от использующейся в обиходе практиков.

Все это приводит к важности обоснования попытки введения автором термина «городское искусство» [6] для определения художественных активностей в общественной городской среде.

Концепция формирования общественных пространств города строится в символическо-художественном и социальном контексте. Основными отличительной характеристикой городского искусства в начале XXI века становятся установка на взаимодействие с горожанином, что проявляется в таких чертах, как тактильность и интерактивность арт-объектов, их развлекательный либо провоцирующий на мгновенную реакцию характер. Такие произведения, в отличие от мемориалов и памятников, предлагается трогать, делать снимки, обсуждать в сети Интернет.

Это новый тип произведений искусства для российских городов становится своего рода аттракционом, в чём прослеживается отголосок современных мировых тенденций общества потребления к индивидуализации каждого отдельного потребителя. Развитие городского искусства формируется в аспекте социально-культурного подхода. В предыдущие периоды как основное свойство городского искусства прослеживалась вторичность авторства перед выражением коллективного сознания, превращённое в советский период в пропаганду массовой культуры. Теперь же, в контексте изменений социальных отношений эволюция данного направления привела к появлению произведений–игрушек индивидуальных для каждого горожанина. При этом воспитательная функция этих произведений не исчезла, просто форма воздействия перестала быть в виде нравоучения, а приобрела форму игры.

Эволюция типов городского искусства прослеживается в контексте изменений социальных отношений. Поэтому важно отметить, что вместе с перестройкой государственных отношений, изменением формы собственности была разрушена и отлаженная в СССР система государственного заказа. В начале 2000-х годов это, как было уже в 1920-х, привело к стихийности возникновения произведений в общественном пространстве, к случайности их мест размещения, некачественным материалам и нарушениям технологии изготовления и монтажа, несогласованности с окружающей застройкой и, как следствие, к неоднозначной реакции неподготовленной публики.

С.Л. Кропотков писал, что «постнеклассическая философия, и искусство в равной степени ведут общий поиск основ духовной сферы современного мира, одна из преобладающих характеристик которого принадлежит

ускорившемуся течению времени» [3, С.4]. Сущностная тенденция развития искусства сегодня отображается в рефлексии следов времени, и следует подчеркнуть, что отношение со временем в пространстве субъективности придают статус современности и философии и искусству.

Социальная обусловленность функций содержания городского искусства диктует постоянную трансформацию его форм. В этой связи рассмотрим еще один срез в коммуникации зрителя современным городским искусством. В некоторых случаях зритель создает воображаемую историю, в других - произведение выстраивает коммуникацию иным способом и вызывает другие эмоции погружения в городскую мифологию. Воспринимаемые образы здесь имеют характер избыточности, и реципиент не получает новой информации, но зато у него включаются другие механизмы восприятия типологически идентичным «созданию индивидом ментальных карт» [1, С. 64].

Коммуникация с современным городским искусством, таким образом, выстраивается как опыт воображаемых практик, индивидуальное, в отличие от коллективной памяти, отношение к истории пространства. Формируется основа для пространственной идентичности горожанина через чувство личностной сопричастности к месту, которое подтверждает самую глубокую «автобиографическую» стадию формирования городской пространственной идентичности. А это значит, что воспроизводится эффект «проживаемого» пространства.

Комфортная городская среда создается, в том числе, за счет практик означивания (городские легенды, воспоминания) и становится проживаемой и обжитой с помощью средств городского искусства, которое формирует её образ и эмоциональное отношение к ней горожан. «Публичные произведения» актуализируют мемориальный срез городского пространства, проводя культурную контекстуализацию и создавая ощущение темпоральной глубины. В итоге это способствует формированию автобиографической стадии освоения пространства горожанами и развитию городской идентичности.

В этой связи представляются необоснованными заявления некоторых современных российских исследователей, например А.О. Котломанова: «...в России на сегодняшний момент не существует проблемы паблик-арта, точнее, эта проблематика для нашей страны не актуальна. Данный вывод вытекает из того факта, что российское общество до сих пор сохраняет вполне социалистические представления о принадлежности искусства, выставленного на всеобщее обозрение» [2, С. 58].

Особенность современного сообщества в устойчивом пороге толерантности по отношению к работам различных авторов в общественном пространстве. В 1990-е годы в России начинает свое распространение новое направление граффити – уличное творчество, которое направлено на позывы создания художественного произведения и желания вызвать резонанс или просто вызывающе и смелым образом обратиться к общественности, выражая себя. Современное граффити относится к типу городского искусства – это одна из самых актуальных форм художественного самовыражения. Произведения, создаваемые граффити-художниками – самостоятельный жанр современного искусства, неотъемлемая часть культуры и городского образа жизни. Однако стремление к «вызову», побуждающее художников, как они сами себя позиционируют, создавать изображения «там, где нельзя», ставит этот вид творчества в один ряд с вандализмом.

Таким образом, можно сделать вывод, что именно естественно сложившееся смешение стилей и функций делает современное городское искусство притягательным для всех групп населения, иначе говоря - «живым» в любое время года и суток.

Эволюция в контексте функционирования объекта в истории общества и его бытования в городской среде способствовало популяризации таких типов современного городского искусства, как: интерактивная городская скульптуры, рассчитанная на индивидуальную коммуникацию со зрителем; граффити с выраженной протестной направленностью в виде молодежной критики общества потребления и актуальных форм художественного самовыражения; художественная роспись объектов городской инфраструктуры, направленной на установление художником коммуникации со зрителями, которая посредством вызванных эмоций увлекает в путешествие по городской мифологии. Различные формы реализации бытования современного искусства в городской среде выполняют особую роль в постижении реальности, объединяя общие смыслы в конкретном пространстве с его историей, традициями, ценностями, мифами, героями, а так же «пульсом» и «гением места». Проблема вторичности авторского высказывания в произведениях городского искусства рассматривается, как следствие социального запроса на определённые символы в общественной среде и рассматривается, как признак массовой культуры.

Под воздействием культуры постмодерна зритель перестал относиться к искусству как к носителю и выразителю ценностного посыла, поэтому рефлексия на произведения строится в форме игры. Наблюдается динамика культуры, сопровождающаяся символической репрезентацией произведений в сфере экономики постиндустриального общества в XXI века, что уже привело к частичной реорганизации всего корпуса культурных смыслов, преобразовав их в соответствии с коммерческой логикой.

Тенденцией развития городского искусства в конце XX - начала XXI века явилось его расширительное действие: масштабность арт-практик выразилось в стремлении охватить все сферы человеческого бытия.

#### Список литературы / References

1. Гороховская Л. Г. Прогулки по городу: «Паблик-арт» в городском пространстве Владивостока / Л. Г. Гороховская // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. - 2014. - № 6. - С. 64.
2. Котломанов А. О. Паблик-арт: страницы истории. Феномен контр-монумента и кризис мемориальной традиции в современной монументальной скульптуре / А. О. Котломанов // Вестник Санкт-Петербургского университета. - Сер. 15. - Искусствоведение. – 2015. - Вып. 1. - С. 58.
3. Кропотов С. Л. Проблема «Экономического измерения» субъективности в неклассической философии искусства: автореферат дис. ... канд. филос. наук: 09.00.04 : защищена 21.03.00 : утв. 21.02.00 / Кропотов Сергей Леонидович. – Екатеринбург: УрГУ, 2000. – С. 48.
4. Метелева Е. Р. Уточнение содержания понятий «город», «городское развитие» и «управление городским развитием» / Е. Р. Метелева // Известия ИГЭА, 2011. - № 3(77). - С. 164.

5. Цыгина Н. А. Место уличного искусства в современной культуре / Н. А. Цыгина // Материалы научно-исследовательской конференции аспирантов в рамках учебного курса «Синтез искусств». - МГХПА им. С.Г. Строганова, 2012. - С. 17.
6. Шугуров П. Е. Проблемы терминологии в области городского искусства / П. Е. Шугуров // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-3. – С. 261-263.
7. Jacobs J. The Economy of Cities / J. Jacobs // N.Y. - 1970. - С. 337.
8. Knight Cher Krause Public art: Theory, Practice and Populism / Knight Cher Krause // Blackwell Publishing Ltd, 2008. - С. 208.

#### **Список литературы на английском языке / References in English**

1. Gorokhovskaya L.G. Progulki po gorodu: «Pablik-art» v gorodskom prostranstve Vladivostoka [Walking around the City: “Public Art” in the Urban Area of Vladivostok] / L.G. Gorokhovskaya // Vestnik Dalnevostochnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk [Bulletin of the Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences.] - 2014. - No. 6. - P. 64. [In Russian]
2. Kotlomanov A.O. Pablik-art: stranitsy istorii. Fenomen kontr-monumenta i krizis memorialnoy traditsii v sovremennoy monumentalnoy sculpture [Public Art: Historical Pages. Phenomenon of Counter-monument and Crisis of Memorial Tradition in Modern Monumental Sculpture] / A.O. Kotlomanov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. [Bulletin of St. Petersburg University.] - Issue 15. - Art History. - 2015. - Issue 1. - P. 58. [In Russian]
3. Kropotov S.L. Problema «Ekonomiceskogo izmereniya» subjektivnosti v neklassicheskoy filosofii isskustva [Problem of “Economic Dimension” of Subjectivity in Nonclassical Philosophy of Art]: Thesis Abstract of Cand. of Philos. Sciences: 09.00.04: defended 21.03.00: ut. 21.02.00 / Kropotov Sergey Leonidovich. - Yekaterinburg: USU, 2000. - P. 48. [In Russian]
4. Meteleva E.R. Utochneniye soderzhaniya ponyatiy «gorod», «gorodskoye razvitiye» i «upravleniye gorodskim razvitiyem» [Elaborating the Concepts of “City,” “Urban Development” and “Management of Urban Development”] / E.R. Meteleva // Izvestiya IGEA [Izvestiya ISEA], 2011. - No. 3 (77). - P. 164. [In Russian]
5. Tsygina N.A. Mesto ulichnogo isskustva v sovremennoy kulture [Place of Street Art in Contemporary Culture] / N.A. Tsygina // Materialy nauchno-issledovatel'skoy konferentsii aspirantov v ramkakh uchebnogo kursa «Sintez isskustv» [Materials of the Scientific Conference of Graduate Students in the Framework of the “Synthesis of Arts” Training Course] - Stroganov Moscow State University of Arts and Industry, 2012. - P. 17. [In Russian]
6. Shugurov P.E. Problemy terminologii v oblasti gorodskogo isskustva [Problems of Terminology in the Field of Urban Art] / P.E. Shugurov // Sovremenniyye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education.] - 2015. - No. 2-3. - P. 261-263. [In Russian]
7. Jacobs J. The Economy of Cities / J. Jacobs // N.Y. - 1970. - С. 337.
8. Knight Cher Krause Public art: Theory, Practice and Populism / Knight Cher Krause // Blackwell Publishing Ltd, 2008. - С. 208.

**ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHILOLOGY**DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.127>Аведова Р.П.<sup>1</sup>, Ласкина Е.Е.<sup>2</sup>, Мойсова О.Б.<sup>3</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-8771-9215, кандидат филологических наук, доцент,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0003-4024-0757, кандидат педагогических наук, доцент<sup>3</sup>ORCID: 0000-002-2533-9241, кандидат филологических наук, доцент,

Донской государственный технический университет

**ПРАГМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДТВЕРЖДАЮЩЕГО ВОПРОСА, КАК СРЕДСТВА  
УСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЛАКУНАРНОСТИ****Аннотация**

*Статья посвящена исследованию и последующему анализу категории вопроса-переспроса с точки зрения его контекстной и прагматической специфики в коммуникативной среде диалога. В статье рассматривается способность реплик указанных в статье устранять информационную недостаточность, обусловленную различными факторами. Авторами выделяются несколько типов подтверждающего вопроса-переспроса и проводится анализ способности каждого из них воздействовать на реципиента, а также исследуются взаимосвязь между их структурами и прагматической направленностью, позволяющими эффективно устранять информационную лакунарность.*

**Ключевые слова:** вопрос-переспрос, диалогическое единство, реплики стимулы, информационные лакуны, коммуникативный эффект, прагматический потенциал.

Avedova R.P.<sup>1</sup>, Laskina E.E.<sup>2</sup>, Moiseva O.B.<sup>3</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-8771-9215, PhD in Philology, Associate professor,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0003-4024-0757, PhD in Pedagogy, Associate professor,<sup>3</sup>ORCID: 0000-002-2533-9241, PhD in Philology, Associate professor,

Don state technical university

**VERIFYING ECHO-QUESTION PRAGMATIC PECULIARITIES AS MEANS OF INFORMATION GAPS  
ELIMINATION****Abstract**

*The article is devoted to research and the subsequent analysis of the category of echo-question from the point of view of its contextual and pragmatic specifics in the communicative environment of the dialogical unity. The article analyses echo-question to eliminate information gaps of various nature. The authors distinguish several types of verifying echo-question and conduct their thorough analysis, considering communicative effect on the listener, correlation between their structure and pragmatic performance in information deficiency elimination.*

**Keywords:** echo-question, dialogical unity, remarks incentives, information gap, communicative effect, pragmatic performance.

**Introduction**

Verifying echo-question is a special kind of interrogative responses - echo-questions, the specific use of which is to motivate the sender to repeat the element of the initial statement that was not received by the addressee for various reasons [1]. Different types of echo-questions in the discourse gain an additional function associated with shades of meaning that they acquire in different communicative situations [2]. Echo-questions can be used to clarify the information of initial statement and can be classified as a clarifying question; or they can draw attention to the speaker's words and take the form of an interrogative sign of attention. In addition, echo-questions can have a supporting function and can be a motivation to prove or disprove the information of the initial replicas [4].

**The aim** of this study is to analyze a peculiar type of echo-questions that performs verifying function and conduct thorough analysis of its pragmatic peculiarities as means of information gaps elimination.

**Discussion**

Echo-questions can be aimed at encouraging the interlocutor to confirm or to refute the messages of initial statement, which seemed to the recipient unlikely to happen and caused surprise and bewilderment with the sender's words [3]. Functioning as a confirmation or refutation of the information echo-questions help the addressee to fill in the information vacuum, the gaps, formed as a result of surprise with the sender's words. Thus, continuing the interaction, important for both participants of the communication. Verifying echo-question prompts the sender to the confirmation or refutation of the information of initial statement, eliminates information gaps and develops communication. Therefore, one can say that reaching the final goal verifying echo-question helps to eliminate information gaps [5].

We have identified the main communicative task of the verifying echo-question. The question is what form can it take? Verifying echo-question can be represented by two structural types: echo-question with repetition and word-sentences like 'Really?'. Using verifying echo-question with data structured types is due to their pragmatic and communicative line. Despite completely different construction, the main function of the interrogative replica-repetition and the word-sentences like 'Really?' is the desire of the recipient, who having missed the essence of the initial replica is trying to obtain confirmation or refutation of the fact that it has been correctly heard and he understood his partner's remark, which helps to eliminate information deficiency in the process of perception of initial statement message [6].

**Comparative analysis**

To understand the researched function of verifying echo-question represented by two structural types of echo-question, we will analyze each of them separately, finding similarities and differences between them. First, let's refer to interrogative replica-repetition.

First of all, it should be noted that the structured types of verifying echo-question meet its communicative task: forming his reply, the recipient language borrows material from the preceding cues, repeating it partially or completely in their own statement based on the information provided by the sender in the initial statement, he would like to have a confirmation or denial [4]. Most often, 70% of the interaction environment shows that verifying echo-question is extremely reduced in form and consists only of that word, which contains the essence of the statements of the addresser, that is, in most dialogic unities with the verifying echo-question the addressee's remarks that were correctly received and which, therefore, do not longer have functional load and do not meet the functional purpose of verifying echo-question, are omitted.

However, verifying echo-question can be more detailed, complete, and structured, having the elements of the verbal composition of the first replica as its basis, to a greater or lesser extent structured with it. With this parallelism verifying echo-question can repeat exactly or with only minor variations a model of a declarative sentence of initial statement. Despite the complete structure of the replica question, verifying echo-question of such structure performs the same function as the reduced cue-repetition, and is focused on confirming the information and removing information gaps [5].

Now, compare the two dialogic units, in one of which verifying echo-question consists of only the component of initial replica, which caused the need to verify/refute the information; and the dialogic unity, in which the interrogative replica repetition repeats almost completely the structure of initial statement. Let us analyze the first dialogue:

- I know there was much evil she's done to your life.

- I don't hate her. I just don't want her to be on my list. I even remember something good...

- Something good? About Ally?

- Surprised? Once she helped me out when I was about to lose everything... she was the only one to stand by me...(B. Burns - 'The dark part of me').

In this dialogic unit verifying echo-question is the repetition of a part of the initial replicas. The reduction of verifying echo-question is a result of the fact that the recipient is astonished by the definite abstract of the message, as he knows about complex relationship between the hero and his sister. Therefore, by repeating Something good? the recipient asks the interlocutor to confirm whether he had understood correctly that the speaker had good memories of the past. Verifying echo-question is followed by the return-replica that reveals the essence of the previous statements, to eliminate the information vacuum and to convey to the addressee information that can explain the contradictory nature of the relationship of the sender with his sister. Consider the following example:

- He wants me.

- He wants you?

- He's been pursuing me for nearly a week (D. Mitchel - 'Cloud atlas').

This example, unlike the previous one, verifying echo-question is almost identical to the model of declarative sentence of initial statement. As in the previous example, the recipient is surprised by what he has heard from the interlocutor and wants to be sure in the perceived information, requiring the response in which the sender, removing the information lack, will be able to confirm or deny the initial statement. The examples confirm the general function in verifying echo-question, given in an extremely reduced structure, and with almost complete repetition of the initial statement.

Another structural peculiarity of the verifying echo question functioning as means of data deficiency eliminator is introducing a question replica - interrogatives, symbolizing that the information has not been perceived. This phenomenon meets the basic task of the verifying echo-question, as this question word focuses the sender on the initial statement information, requiring confirmation. It is placed at the end of the phrase and represents a bump, the most meaningful information. The rest of information is not of interest and therefore it is not reflected in the verifying question. Let's analyse the example.

-I don't want to go to prom with him.

- Don't what?

- I don't have a dress (B. Burns - 'The dark part of me').

In this dialogic unit a question word what in the verifying echo-question replaces want to go to prom of the initial replica (the information that is of great interest for the recipient) and is intended to encourage the heroine to verify her reluctance to attend significant event, and give an explanation of her decision, as without proper explanation the interlocutor does not understand the reaction of the heroine. Thus, verifying echo-question in the dialogic unit terminates the information deficiency through highlighting the initial statement component, which arose information gaps. The rest information isn't essential to the listener and isn't reflected in the interrogative replica-repetition's structure.

As mentioned earlier, verifying function can be performed by the interrogative word-sentences like 'Really?', that can take forms of 'Yes?', 'Seriously?', 'Is that so?', 'Indeed?', 'So?', etc., as well as short interrogative statements composed of a personal pronoun and an auxiliary verb, being an inquiry about the accuracy or inaccuracy of data in the replica-stimulus, they stimulate the information gaps elimination because of the initial statement's information deficiency. The difference between this type of echo-question from the studied above is in their structural features. If the verifying echo-question has in its structure a part of the of the initial replica statement and encourages the speaker to repeat the data he is focused on in his response replica, interrogative word-sentences like 'Really?' are focused on the whole replica, therefore the sender decides what information the addressee asks to repeat. However, interrogative word-sentences like 'Really?', as well as verifying questions, are targeted at the person's confirming or refuting the messages of initial replica, and despite being completely different types of a verifying echo-question, they perform the same task.

Common pragmatic peculiarities of these types of verifying echo-questions are reflected in their usage. Sometimes interrogative echo-questions and structures like 'Really?' are followed by additional data, represented by declarative sentences, where the possible causes of verifying questions may be given or the addressee expresses the attitude towards the speaker's words or suggests possible causes of his communicative behavior. Such additional proposals, accompanying the verifying question are aimed to prompt the interlocutor to give exactly the information which will enable to verify or deny if the

recipient has understood the utterance. Let's analyze some examples where the interrogative response is followed by additional offer, and see its occurrence:

- Did you know she's gone to Paris?
- Paris? I see. She's marrying him.
- No. That's not it... She's ill. She is dying. (B. Burns - 'The dark part of me').

The second replica of the dialogic unit provides an example of verifying echo-question, that reflects the recipient's surprise with the interlocutor's message. The protagonist's reaction is determined by failing not understanding his beloved behavior. The confirming question is followed by additional information in the form of declarative sentences, expressing the addressee's assumption on the causes that influenced heroin's behavior, and that are aimed at encouraging the interlocutor to verify or deny the speaker's assumption. In the response statement the sender denies the interlocutor's assumption and gives true reasons. Thus, the information deficiency arising from the lack of addressee's awareness are eliminated.

One more peculiarity of verifying echo-question, represented both by interrogative replica-repetition and replicas like 'Really?', is its ability to some extent to lose the value of inquiring and acquire additional shades of meaning. Interrogation loss is not complete, therefore verifying echo-question does not cease to be an interrogative response, nevertheless, expressiveness becomes a dominant feature turning verifying question into an expressive-emotional means displaying the listener's subjective attitude to the data of the initial statement. Let's study several examples in different communication environments.

Let's analyze the first communicative context. Being completely charmed by the gangster, protagonist fails to notice that her boyfriend is evil and tells her friend about him with admiration. This results in the recipient's indignant reaction as she herself had been treated cruelly by the man. The recipient's indignation is reflected in the echo-question represented by the repetition of incentive replica. The echo-question is aimed not only at inducing the interlocutor to overturn what she had said previously, but it also conveys the addressee's emotional protest against what she has heard:

- He is so cute.
- Cute? -I asked incredulously. - He was about to kill me!
- He was just making fun of you. (D. Koomson. My best friend's girl).

Let us analyze communicative context in which echo-question is represented by the form 'Seriously?':

Emmett: She didn't hunt the humans?

Edward: She started to... She was entirely focused on the hunt... She heard me behind her and reacted defensively. As soon as my pursuit broke into her concentration, she snapped right out of it. I've never seen anything to equal her. She realized at once what was happening, and then... she held her breath and ran away...

Emmett: Seriously? Bella: He's not telling it right... He left out the part where I growled at him (S. Meyer - 'Breaking Dawn').

The interrogative replica-repetition represented by the question word 'Seriously?' conveys the speaker's extreme surprise with the last sentence of the incentive replica. To understand the addressee's reaction, let's analyse the communicative environment in which the verifying echo-question arose. The hero was astonished to hear from his interlocutor about such unexpected behavior of the "newborn" vampire, as they have an irresistible craving for blood and cannot control their instincts, while the heroine stopped the hunt on a wounded person. This makes it difficult for the listener to believe and results in the question 'Seriously?', conveying astonishment and intended at encouraging interlocutor to confirm or deny the message. We can observe, the verifying function and the speaker's emotional state representation are effectively combined in one replica.

## Results

The examples examined prove the the echo-question's ability to perform not only interrogative function, but also deliver other shades of meaning, conveying speaker's emotional state in the course of perceiving the interlocutor's message. Verifying remains the main pragmatic function, since verifying the data of the initial statement is the main communicative task of this interrogative response-replica type, while emotional state representation contributes to the main task. Interrogative meaning is to some extent lost, therefore one can speak of different emotional connotations' prevalence.

## Conclusion

It can be concluded that verifying echo-question represents an effective means of information deficiency elimination. Information insufficiency elimination is realized due to verifying echo-question's pragmatic potential to stimulate the interlocutor to verify or refute the replica-stimulus message and fill the gaps resulting in the course of data delivery from speaker to addressee and the subsequent perception by the later of the initial replica's information.

Moreover, verifying echo-question can be represented by two structures: interrogative replica-repetition and structures like 'Seriously?', 'Yes?', 'Really', 'Indeed?', 'So?', 'Is that so?', etc. and questions containing personal pronoun and auxiliary verb. Having analyzed the structures mentioned above it can be concluded: despite structural differences they all perform the same pragmatic function and are aimed at confirming or refuting the information delivered in the replica-incentive. Furthermore, all the verifying echo-question structures possess common peculiarities. For instance, they can be followed by statements reflecting the speaker's attitude to the replica-stimulus or speaker's assumptions on the reasons of events, reported in the initial statement. They can also contain the addressee's reflections on the message delivered in replica-stimulus. Such additional statements, accompanying verifying echo-questions, are aimed at inducing interlocutor provide precise information that can verify or refute whether the listener understood the message correctly. They also explain why it was necessary to verify or refute it.

Another feature of verifying echo-question, discovered during the study, is its ability to lose to some extent its interrogative function and convey other shades of meaning, such as surprise, bewilderment, indignation, anger, irony, etc. Thus verifying echo-questions, apart from confirming or refuting initial statement's information, can also be used as means of expressing the listener's subjective attitude to the thought or message contained in the replica-stimulus. It was noted that when



acquiring an additional shade of meaning, verifying echo-questions are still aimed at confirming the data, since it is their main pragmatic function, while conveying the addressee's emotional state simply contributes to it.

In addition to common peculiarities typical to all types of verifying echo-questions, there have been found correlation between specific features of verifying questions represented by interrogative replica-repetition and its structure. This is due to the fact that the addressee, in most cases, in his replica repeats only the part of the statement to which he would like to receive verification or denial, the rest of the information is of no value to him and therefore is not reflected in his response.

That is, in the verifying echo-question of this type all the elements correctly received by the addressee are omitted being of no significance and not corresponding to the pragmatic purpose of the verifying echo-question. Another peculiarity of the interrogative replica-repetition verifying echo-questions is the introduction into its composition a question word symbolizing the information that is not perceived. This question word is placed at the end and represents a rheme, the most significant information of the replica-stimulus, which the addressee needs to confirm in order to eliminate information deficiency.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Avedova R.P. Structural and Sociolinguistic Perspectives on Indigenisation. On Multilingualism and Language Evolution. Anchimbe, Eric A. (Ed.), 2014. ISBN 978-94-007-7880-1. - XV, P. 213
2. Blakemore D. Echo question: A pragmatic account // Lingua. 1994. № 4.
3. Cussen R. The Night Watchman. EServer. – 1992. [Electronic resource]. – URL: <http://drama.eserver.org/plays/contemporary/night-watchman.html> (accessed: 20.10.2016).
4. Meyer S. Eclipse / S. Meyer. — New York: Little, Brown and Company, 2008. – 576 p.
5. Rowling J. K. Goblet of fire. NY: Scholastic Paperbacks, 2002. – 752p.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.069>

Девель Л. А.

ORCID: 0000-0001-9992-1851 Кандидат филологических наук,

Союз переводчиков России

#### ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ТЕАТР»

*Аннотация*

*Проблематика лексикографирования языков для специальных целей актуальна для прикладной лингвистики, двуязычной переводной и сравнительной лексикографии, терминографии. Рассмотрение лексикографического потенциала предметной области «театр» позволяет позиционировать вновь вышедший учебно-тематический словарь делового языка театра в ряду наиболее важных имеющих толковых и переводных справочников по театру. Словарь делового языка театра служит в качестве доступного, двуязычного бумажного справочника по театру с парой русский английский для использования в учебных и профессиональных целях коммуникации, который может быть ресурсом для базы данных международного многоязычного театрального бесплатного онлайн словаря, создаваемого при поддержке ЮНЕСКО.*

**Ключевые слова:** лексикографирование, театр, база данных, англо-русский, терминология, социально-значимый, функционально-прагматический, деловой язык, язык для специальных целей.

Devel L.A.

ORCHID: 0000-0001-9992-1851

PhD in Philology

St. Petersburg State University of Culture and Arts

#### LEXICOGRAPHICAL POTENTIAL OF THE THEATER TOPICAL AREA

*Abstract*

*The problem of languages lexicography for special purposes is relevant for applied linguistics, bilingual translation, comparative lexicography, and terminography. The consideration of the lexicographical potential of the "theater" topical area allows positioning the newly published bilingual English-Russian educational and thematic dictionaries with the theater business language among the available reference media on a theater. The dictionary of the theater business language serves as a widely available, reliable bilingual guide to a theater with a Russian-English pair for use in educational and professional communication; it can be a resource for the database of an international multilingual theatrical free online dictionary developed with the support of UNESCO.*

**Keywords:** lexicography, theater, database, English-Russian, terminology, socially significant, functional and pragmatic, business language, language for special purposes.

**В** связи с появлением Словаря делового языка театра – англо-русского русско-английского учебно-тематического в 2013 году [11] позиционируем его в ряду лексикографических ресурсов существующих на сегодняшний день с целью оптимального его использования и в связи с нижеследующими задачами.

Задачи словарной науки и практики всегда заключались и заключаются: в совершенствовании существующих типов словарей; в создании новых типов словарей на основе новых актуальных принципов и технологий; в соединении традиций и инноваций в терминологические системы и словарные комплексы [5], [16].

Исследования терминологии, прежде всего, как инструмента представления знаний получили особую актуальность в мире в связи с интеграцией и формированием единого информационного пространства [4]. Проблема представления терминологии для непрофессиональных пользователей остается открытой. Очевидно, что определенные разряды специальной лексики имеют высокую социальную значимость и должны быть представлены не только в отраслевых терминологических словарях, предназначенных для профессионалов в определенной

предметной области, но и нуждаются в особом лексикографическом представлении для использования широкими слоями населения [9], здесь называем практическим форматом. В случае описания театральной терминологии отметим, что выделение слоя делового языка театра обосновано его социальной значимостью для пользователей, проникновением в общий литературный язык, прежде всего в язык СМИ.

К настоящему моменту границы делового языка определились в ряду деловой язык - язык для специальных целей - терминоведение [2]. На протяжении 10 лет выходил сборник по деловому языку (2006 -2016). Три выпуска в Трудах Санкт-Петербургского института культуры и искусств, тома 196, 202, 214 выходили под названием «Культура и деловой язык» [3]. Словарь делового языка театра охватывает «общий язык» для языка специальных целей театра.

Лексикографирование языков для специальных целей - актуальная отрасль прикладной лингвистики, двуязычной переводной, сравнительной лексикографии, терминологии. Хотя театр является одним из древнейших видов искусства, до сих пор сохраняется изменчивость содержания терминов и понятий, их субъективная трактовка различными авторами. Эта проблема является общей проблемой терминоведения в сфере культуры и искусства и в целом [4, С. 14]. Терминологический справочник с элементами энциклопедизма «Материалы к словарю» Российского института истории искусств [13] среди толковых словарей заполняет лакуны в русской театральной литературе. Его словник отражает весь срез русской театральной терминологии (767 ед.). Он не дублирует Театральную энциклопедию (первое научно-справочное издание по театральному искусству на русском языке), ни популярный словарь П. Пависа (переведен на ряд языков мира, 700 основных театроведческих понятий) [7], справочник «Театральная антропология» Н. Савареже и Э. Барбы (знакомит читателя с историей актерской техники, с проблемами ее освоения и совершенствования на Западе и Востоке) [10], «Лексикон новой и новейшей драмы» (Составлен Группой из 50 исследователей поэтики ун-та Париж III - Новой Сорбонны), словарь театральных терминов Н.Зверевой, Д.Ливнева (ГИТИС) по проблематике создания актерского образа.

Переводная лексикография занимает важное место в технологической цепочке средств лингвистической поддержки перевода, обеспечивая эффективность в данном случае международной театральной коммуникации [1]. Существующие многоязычные лексикографические ресурсы по степени универсальности и доступности можно разделить на государственные (например, поддерживаемые Комиссией ЕС) и инициативные, разрабатываемые корпорациями или исследовательскими группами.

Первая группа словарей, например, такие авторитетные ресурсы как Европейский терминологический банк, терминологические базы ЮНЕСКО (о поддержке проекта театрального словаря см. далее), ООН практически не располагают терминологией сферы культуры – театра.

Ресурсы из второй вышеуказанной группы многоязычных лексикографических ресурсов имеют театральные термины в ограниченном количестве. Из признанных онлайн-ресурсов второй группы лексикографических источников многоязычный бесплатный онлайн словарь «Лингво» имеет некоторое покрытие театральной лексики. В статье «theatre» нет толкований, даются американский вариант написания, 6 значений слова, их синонимы, 128 примеров и 48 словосочетаний, толкования отсутствуют. Англо-русский раздел «театр» многоязычного словаря «Мультитран» насчитывает свыше 6000 входов в разделе «театр».

В словарной статье «theatre» Мультитрана приводится больше, чем в Лингво значений – 9, больше фраз – 536 в 33 тематиках. Даны не только американизмы, но и австралийских сленг. В рубрике общей лексики приводится 301 значение. В статье можно сказать сочетаются алфавитный и идеографический принципы семантизации. Толкований, как и в Лингво, в абсолютном большинстве случаев – нет. Эффективность международной театральной коммуникации – главная цель международного театрального бесплатного онлайн словаря (Digital Theatre Words - DTW) международной организации сценографов, техников и театральных архитекторов (International Organisation of Scenographers, Theatre Architects, and Technicians – OISTAT) - ОИСТАТ [15]. Проект поддерживается ЮНЕСКО. Страны-участницы ОИСТАТ вносят свой вклад в перевод терминов с английского на родной язык и создание словаря при помощи волонтерских групп – краудсорсинга [6]. На данный момент насчитывается 2000 терминов на 24 языках. На сайте словаря указаны 10 разделов : администрирование и менеджмент, декорации , звук , здания и архитектура , костюм , машинерия, медиа и протоколы , спектакль, спецэффекты, электрика. Перечень тем отражает профессионально-ориентированный интерес организации сценографов, техников и театральных архитекторов. Современные информационные технологии планируют в полной мере привлечь для решения задач создания словаря.

Появление бумажного словаря делового языка театра продиктовано востребованностью театрального образования, необходимостью учебного пособия для учебного процесса, в то же время повышением широкого интереса к театральному искусству, спросом среди профессионалов. Это словарь смешанного типа учебно-справочного назначения, позволяющий обеспечить международную профессиональную коммуникацию.

Практическое направление словаря обусловило сочетание в нем идеографического и алфавитного структурирования, двусторонность и определило содержание. Три части включают: тематическую, алфавитную англо-русскую и русско-английскую. Насчитывается порядка 3000 входов в тематической части, включая основной вокабуляр театральной деятельности: главные термины, связанные с менеджментом и маркетингом театра, с практикой театра - театральным творческим и технологическим производством, со всем, что прямо или косвенно относится к деятельности театра, в том числе – режиссуру, драматургию, актерское мастерство, сценографию, грим, световое и звуковое оформление спектакля, персонал театра, театр и зрителя, репетицию, кастинг, структуру пьесы, структуру спектакля, театральную критику.

Практичность - простота и ясность в использовании достигается путем специальной организации тематической структуры по 5 темам-разделам с блоками с соответствующим номером с подробным расписанием содержания в оглавлениях - в русско-английском и англо-русском. Словник разбит на 5 частей под условными названиями: театр; персонал театра; театральное здание; слова, характеризующие театр; театр как вид искусства. В свою очередь части подразделяются на несколько символических пронумерованных блоков, некоторые из которых с собственными заголовками (см. Рис. 1).

4.2. сюжет - a plot	
линейный сюжет - сюжет линейный и развивается по одной линии с несколькими побочными линиями	- a linear /'lɪniə/ plot - The plot is linear and moves in a single line with few subplots
побочная сюжетная линия	- a subplot /'sʌbplɒt/
параллельная сюжетная линия	- a parallel plot
контрсюжет	- a counterplot /'kauntəplɒt/

Рис. 1 – Пример словарной статьи из русско-английской части  
I Театр, блок 4. пьеса – play

Данный словарь включает наиболее употребительный с точки зрения профессиональных преподавателей английского и русского языков как иностранных вокабуляр в широком смысле театрального менеджмента и маркетинга театральной деятельности: главные термины, связанные с театральным искусством, с практикой театра, театральным творчеством и производством. Здесь имеются слова и выражения, необходимые при описании спектакля, пьесы, качества актерской игры и режиссуры, различных действий в театре, дефиниции, в частности, в таких рубриках как «прилагательные, характеризующие...», «глаголы и выражения».

Толкования и примеры переведены, позволяя обеспечить точное с точки зрения грамматики и стилистики применение словарных единиц. Для сложно произносимых слов приведена транскрипция. В ряде случаев приведены 33 изобразительные иллюстрации: размещение в театре, театральный билет, портреты театральных деятелей и пр.

Материал словаря делового языка театра, позволяет поддерживать международную профессиональную коммуникацию. Он предназначен для профессионалов, широкого круга пользователей, для театральной публики, для совершенствующихся в английском носителей русского языка и для совершенствующихся в русском носителей английского языка, для кого русский является иностранным. Словарь делового языка театра с учетом социальной, функционально-прагматической значимости языка театра служит в качестве учебного материала и широкодоступного, надежного двуязычного справочника по театру.

Материалы словаря локализованы. В историческом блоке дан список ключевых драматургов с годами жизни и основными произведениями, список спектаклей классического оперного и балетного репертуара. В культурологическом блоке приводится информация о театрах Петербурга, Москвы, Лондона и других знаменитых театрах.

При составлении использовался ряд источников [8], [12], [14], [17] и опосредованно данные Кембриджского международного корпуса и Британского национального корпуса.

Следует учитывать, что лексикографическая работа даже с использованием современных достижений информационных технологий остается работой творческой и не может быть полностью автоматизирована. Краудсорсинг получает все большее распространение, повседневно доказывает свою эффективность, применимость к лексикографическим проектам [15]. В основе самого прогрессивного технологичного лексикографирования – в любом случае - «ручная» работа.

Проведенное описание, краткий анализ, оценка лексикографического потенциала предметной области театра позволяют выбирать ресурсы, интегрировать лексикографические базы данных, оптимально и эффективно на благо профессионального сообщества и широкого круга пользователей вести международный театральный словарь - проект ЮНЕСКО.

#### Список литературы /References

1. Беляева Л.Н. Переводная лексикография как основной ресурс технологического процесса перевода. Материалы Международной научной конференции «Современные проблемы лексикографии» (Санкт-Петербург, 27–30 апреля 2015 г.) / Отв. О.Н. Крылова. – СПб: Нестор-История, 2015. – С.16-17.
2. Герд А.С. Введение в изучение языков для специальных целей. 2 изд. СПб: Филолог.ф-т СПбГУ, 2011. 60 с.
3. Девель Л.А. Предисловие. / Л.А. Девель // Труды Санкт-Петербургского государственного института культуры «Культура и деловой иностранный язык» Материалы III международной научно-практической конференции 12–13 марта 2015 г., Санкт-Петербург 2016. Том 214. – СПб: СПбГИК, 2016. – С. 7-8.
4. Девель Л.А. Лексикографическая поддержка международного сотрудничества в сфере сохранения культурного наследия (реставрация) / Л.А. Девель // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А.Некрасова. Кострома: изд-во КГУ им. Н.А. Некрасова. - Т.22. - №2, 2016. - С.161-167.
5. Дубичинский В.В. Лексикография русского языка. - М.: Наука: Флинта, 2008. - С. 64-81.
6. Егоров С.В., Захарова С.А. Краудсорсинг в науке / С.В. Егоров, С.А. Захарова // Альманах «Наука. Инновации. Образование»/ Росс. Научн.-иссл.-ин-т экономики, политики и права в научно-техн.сфере (РИЭПП) – Языки славянской культуры, 2013. - № 14. - С. 175-186 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://riep.ru/upload/iblock/97f/97ffdad20f473f45e73bb44b25544fc.pdf> (дата обращения: 20.04. 2017).
7. Павис П. Словарь театра. Пер. с фр. под ред. К. Разлогова. - М.: Прогресс, 1991г. - 504 с.
8. Перель Э.С. Англо-русский и русско-английский театральный словарь. - М.: Филоматис, 2005. - 440 с.
9. Рычкова Л. В. Социопрагматический аспект лексикографирования специальной лексики // Proceedings of the 17th EURALEX International Congress / Ed. T.Margalitadze, G. Meladze. Tbilisi: Ivane Javakhishvili Tbilisi University Press, 2016. P. 541-552. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://euralex.org/publications> (дата обращения: 20.04. 2017).
10. Савареze Н., Барба Э. Словарь театральной антропологии. Тайное искусство исполнителя. Пер. И. Васюченко, М. Б. Даксбури-Александровская, Г.Зингер, Е. Кузина. - М.: Артист. Режиссер. Театр, 2011. - 320 с.

11. Смирнов К.А. Словарь делового языка театра: русско-английский англо-русский учебно-тематический / Под ред. Л.А. Девель. - СПб.: СПбГУКИ, 2014. - 240 с.
12. Ступников И.В. Русско-английский и англо-русский словарь театральных терминов. - М.: изд-во Европейского дома, 1995. - 128 с.
13. Театральные термины и понятия: Материалы к словарю. Вып. III. / Сост. канд. искусств. В.М. Миронова, И.Р.Скляревская, канд. искусств. Н.А. Таршис. / Отв. Ред. В.М. Миронова. - СПб.: РИИИ., 2015. -295 с.
14. Чурилова И.Н. Англо-русский словарь театральных терминов. - Омск: КАН, 2007. - 177 с.
15. Электронный театральный словарь (Digital Theatre Words -DTW). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rtlb.ru/ru/dtw/> (дата обращения: 20.04. 2017).
16. Nielsen S. "Reviewing printed and electronic dictionaries: A theoretical and practical framework", S. Nielsen and S. Tarp (eds.): Lexicography in the 21st Century. In honour of Henning Bergenholtz., -Amsterdam/ Philadelphia: John Benjamins Publishing. - P. 23–41.
17. Oxford Companion to Theatre and Performance / Ed. D. Kennedy. - New-York: Oxford University Press Inc., 2011. - 689 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199574193.001.0001/acref-9780199574193-e-202> (дата обращения: 20.04. 2017).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Belyaeva L.N. Perevodnaya lexicographia kak osnovnoy resurs tehnologicheskogo processa perevoda. [Translation Lexicography as the Main Translation Technological Resource]. Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Sovremennyye problemy lexicographii" ["Contemporary Lexicography Issues" International Scientific Conference Materials] (Sank-Peterburg, 27-30 aprelya 2015 g.)/ Otv.red. O.N. Krylova – SPb.: Nestor-Istoria, 2015. - P. 16-17. [in Russian]
2. Gerd A.S. Vvedenie v izuchenie yazykov dla spezialnykh zele. 2 izd. [Introduction into the Languages for Specific Purposes Studies. 2nd edition]. - SPb: Philolog.fac-ty, 2011. - 60 p. [in Russian]
3. Devel L.A. Predislovie [Introduction] / L.A. Devel // Trudy Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo institute kultury "Kultura i delovoy inostrannyi yazyk" Materialy III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 12-13 Marta 2015 g. Sankt-Petersburg [Transactions of the Saint-Petersburg State University of Culture. "Culture and Business Foreign Language" - IIIrd International Science and Practice Conference Materials]. V. 214. – SPb.: SPbGIK Publ.House, 2016 - P. 7-8. [in Russian]
4. Devel L.A. Lexicographicheskaya podderzhka mezhdunarodnogo sotrudnichestva (restavrazia) [Lexicography Support of the International Cooperation in the Sphere of Cultural Heritage Preservation (Conservation/ Restoration)] / L.A. Devel // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.A. Nekrasova. [N.A. Nickrasov State Kostroma University Bulletin]. Kostroma: N.A. Nekrasov KGU izd-vo. - V.22. - №2, 2016. - P.161-167. [in Russian]
5. Dubichinsky V.V. Lexicographia russkogo yazyka [Russian Language Lexicography] - M.: Nauka: Flinta, 2008. - P. 64-81. [in Russian]
6. Egorov S.V., Zakharova S.A. Kraudsorsing v nauke [Crowdsourcing in Science] / S.V. Egorov, S.A. Zakharova C.A. // Almanack "Nauka. Innovazii. Obrazovanie" [Almanac "Science. Innovations. Education"] / Russ. Nauckno-issl.institut ekonomiki, politiki i prava v nauchno-tech, sfere (RIEPP) – Yazuki slavianskoy kultury [Slav Culture Languages]. 2013. - № 14. - P. 175-186 [Electronic resource] URL: <http://riep.ru/upload/iblock/97f/97ffdad20f473f45e73bb44b25544fc.pdf> (accessed: 20.04. 2017). [in Russian]
7. Pavis P. Slovar teatra [Theatre Dictionary] Per.s franz. pod red. K.Razlogova - M.: Progress, 1991. - 504 p. [in Russian]
8. Perel E. S. Anglo-russkii i Russko-angliiskii teatralny slovar [English-Russian and Russian-English Theatre Dictionary]. - M.: Filomatis, 2005. 440 p. [in Russian]
9. Ryckkova L.V. Soziopragmaticeskyy aspekt lexicographirovaniya specialnoy leksiki [Sociopragmatic Aspect of Specific Lexis Lexicography] // Proceedings of the 17th EURALEX International Congress / Ed. T.Margalitadze, G. Meladze. Tbilisi: Ivane Javakhishvili Tbilisi University Press, 2016. P. 541-552. [Electronic resource] - URL: <https://euralex.org/publications> (accessed: 20.04. 2017) [in Russian].
10. Savareze N., Barba E. Slovar teatralnoy antropologii. Tainoe iskusstvo ispolnitelya. [Theatre Anthropology Dictionary. Performance Art Mystery]. Per. I.Vasyuchenko, M.B. Daksburi-Alexandrovskaya, G. Zinger, E.Kuzina. - M.: Artist. Rezhisser. Teatr, 2011. - 320 p. [in Russian]
11. Smirnov K.A. Slovar delovogo yazyka teatra: russko-angliiskyy anglo-russkiy uchebno-tematicheskyy [Russian Business Theatre Language Dictionary. Learner's/thematic] / Ed. L.A. Devel. - SPb.: SPbGIK publ.house, 2014. - 240 p. [in Russian]
12. Stupnikov I.V. Russko-angliiski i anglo-russkii slovar teatralnykh terminov [Russian-English and English-Russian Theatre Dictionary]. - M.: European House Publishing House, 1995. - 128 p. [in Russian and English].
13. Teatralnye terminy i ponyatia: Materialy k slovaryu Vyp. III. [Theatre Terms and Notions: Dictionary Materials 3d edition] / Sost. kand. iskusstv. V.M. Mironova, I.R.Sklayarevskaya, kand. iskusstv. N.A.Tarshis / Otv.red.V.M. Mironova. – SPb.,: RIII., 2015. – 295 p. [in Russian].
14. Churilova I.N. Anglo-russkii slovar teatralnykh terminov [English-Russian Theatre Dictionary]. Omsk: KAN, 2007. 177 p. [in Russian].
15. Elektronnyi teatralnyi slovar (Digital Theatre Words). [Electronic Resource] - URL: <http://www.rtlb.ru/ru/dtw/> (accessed: 20.04. 2017) [in Russian and English].
16. Nielsen S. "Reviewing printed and electronic dictionaries: A theoretical and practical framework", S. Nielsen and S. Tarp (eds.): Lexicography in the 21st Century. In honour of Henning Bergenholtz., -Amsterdam/ Philadelphia: John Benjamins Publishing. - P. 23–41.
17. Oxford Companion to Theatre and Performance / Ed. D. Kennedy. - New-York: Oxford University Press Inc., 2011. - 689 p. [Electronic Resource] - URL: <http://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199574193.001.0001/acref-9780199574193-e-202> (accessed: 20.04. 2017).

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.042>

Косырева М.С.

ORCID: 0000-0002-3080-1680, Кандидат филологических наук,

Московская академия Следственного комитета Российской Федерации

**ЭКСТРАЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И РИСКИ ЯЗЫКОВОЙ ГЛОБАЛИЗАЦИИ****Аннотация**

*В статье анализируются различные аспекты языковой глобализации, определяются ее характерные признаки, определяются и анализируются условия и факторы, детерминирующие статус английского языка как глобального. Отмечаются ключевые экстралингвистические факторы языковой глобализации: политическое влияние и экономическая мощь стран носителей языка, особенности межкультурного взаимодействия в мире современных коммуникаций, глобализация торговли и беспрецедентно высокая мобильность населения. Отдельное внимание уделяется рискам, с которыми сопряжено расширение масштабов языковой глобализации: сокращение языковой палитры мира, исторически и лингвистически неоправданное и несправедливое преимущество перед другими языками, рост языковой самоуверенности и «лингвистического чванства». Предлагается попытка прогнозирования динамики языковой глобализации.*

**Ключевые слова:** языковая глобализация, межкультурное взаимодействие.

Kosyрева M.S.

ORCID: 0000-0002-3080-1680, PhD in Philology,

Moscow Academy of the Investigative Committee of the Russian Federation

**EXTRA-LINGUISTIC FACTORS AND RISKS OF LANGUAGE GLOBALIZATION****Abstract**

*The article analyzes various aspects of linguistic globalization, determines its characteristic features, as well as conditions and factors that determine the status of the English language as global. The key extra-linguistic factors of linguistic globalization are noted and namely: Political influence and economic power of the countries of the native speakers, the features of intercultural interaction in the world of modern communications, globalization of trade and unprecedented high mobility of the population. Special attention is paid to the risks associated with the expansion of the scope of linguistic globalization: Reduction of the language palette of the world, historically and linguistically unjustified and unfair advantage over other languages, the growth of linguistic self-confidence and "linguistic conceit." An attempt is made to predict the dynamics of linguistic globalization.*

**Keywords:** language globalization, inter-lingual interaction.

Прошло 20 лет со времени выхода первой редакции книги выдающегося лингвиста Д. Кристала «Английский язык как глобальный» [2]. Эта работа ознаменовала собой появление нового раздела интерлингвистики, который можно определить как «лингвистическая глобалистика». И хотя однозначного и исчерпывающего определения глобального языка лингвистическая глобалистика до настоящего времени не выработала, можно установить определенные константы, характеризующие признаки глобального языка и детерминирующие статус английского языка как глобального.

Д. Кристал в своей работе исходит из того, что язык получает статус глобального тогда, когда его исключительная роль очевидна и признается в любой стране мира. Однако это заявление мало дает для понимания сути явления, так как основывается в основном на экстралингвистических факторах. По существу, речь идет о языке, который знают и на котором говорят на международном уровне, который характеризуется не только количеством носителей его как родного и как второго языка, но и его географическое распределение и применение в межкультурной коммуникации. В таком случае глобальный язык выступает в качестве лингва франка (на определенном этапе – в качестве пиджина), который позволяет людям из разных слоев общества и национальностей общаться на более или менее равноправной основе.

Исторически важным фактором для получения каким-либо языком статуса глобального языка является фактор власти. Латынь была глобальным языком своего времени, хотя была языком облеченного властью меньшинства в Римской империи: это был язык политических лидеров и администраторов, язык Римской армии, а позднее церковной власти Римско-католической церкви. Это приводит к мысли о том, что язык только тогда доминирует, когда его носители доминируют (и регионально, и глобально).

Известно, что международное влияние языка обусловлено комбинацией трех факторов:

- 1) в ряде стран он используется как родной или первый;
- 2) в ряде стран он принят в качестве официального языка;
- 3) в ряде стран его как иностранный язык преподают в школах.

Важными факторами популярности любого языка выступают, безусловно, и внутренние структурные качества языка, размер и состав словаря, качество его литературы на языке, его связь с великими культурами или религиями. Однако история мировых языков показывает нам, что язык становится международным языком в основном из-за политического влияния и экономической мощи стран носителей языка. В начале XXI в. эти экстралингвистические факторы дополняются особенностями межкультурного взаимодействия в мире современных коммуникаций, глобализацией торговли и беспрецедентно высокой мобильностью населения планеты. Новому Вавилону нужен единый язык. Чем выше скорость межкультурного взаимодействия, тем острее потребность в единой знаковой системе – глобальном языке.

Попытки создания единого языка имеют более чем вековую историю. В относительно небольшой период с 1880 по 1907 г. были разработаны не менее 50 искусственных языков, претендовавших на универсальность. Сегодня самым известным из них является эсперанто, с его нарочито упрощенной грамматикой, 16 правилами отсутствием

артиклей и пр. Эсперанто, как и многие другие из этих универсальных языков, были специально разработаны на основе доктрины центристского движения многообразных культур, согласно которой единый мировой язык автоматически приведет к миру и единству. Однако данная доктрина не всегда находит историческое подтверждение. С одной стороны, история дает нам немало примеров того, как войны происходят в сообществах носителей одного и того же языка (например, гражданские войны в Британии, Североамериканских Штатах, Испании, Вьетнаме, Югославии и т.д.), с другой стороны, некоторые страны с носителями нескольких языков (например, Швейцария, Канада, Сингапур и т.д.) сосуществуют относительно мирно.

Преимущества глобального языка очевидны, однако есть закономерные опасения, что языковая глобализация одного из естественных (в отличие от, например, эсперанто) и живых (в отличие от, например, латыни) языков может иметь некоторые негативные последствия. Анализ двадцатилетнего опыта исследования английского языка как глобального приводит нас к осознанию следующих рисков языковой глобализации:

1. Существует риск, что увеличение влияния и расширение использования глобального языка может привести к ослаблению и в конечном итоге исчезновению некоторых малораспространенных языков (в отдаленной перспективе — к исчезновению всех остальных языков). По общеизвестным данным ЮНЕСКО, из около 13000 живых языков, существовавших на нашей планете в начале XX в., в начале XXI в. осталось немногим более 6000, из которых к концу нашего столетия могут исчезнуть до 80%. Глобализация английского языка считается основным фактором реализации указанной тенденции. Языковая карта мира действительно тускнеет. Однако мы склонны полагать, что угроза исчезновения под воздействием глобального языка может стимулировать поддержку и защиту языков мира, прежде всего тех, которые считаются глобально значимыми [3] (мы называем их также субглобальными).

2. Существует риск, что естественная динамика развития глобального языка может быть сопряжена с несправедливым преимуществом над другими языками в странах, где глобальный английский не является государственным или официальным. Эти процессы особенно отчетливо проявляются на лексическом уровне (например, в русском языке глобализм *тренд* начинает постепенно вытеснять синонимический интернационализм *тенденция* на периферию коммуникации). Однако мы склонны полагать, что любой язык в состоянии выработать собственный вариант конкретного результата противодействия фундаментальных языковых тенденций к экономии языковых средств и к обогащению языка.

3. Существует риск, что естественная динамика развития глобального языка чревата ростом языковой самоуверенности и «лингвистического чванства», которые лишают мотивации к изучению других языков. Этот эффект уже можно наблюдать у британцев и американцев (зачем учить другие языки, если можно замечательно общаться на английском?). С этим же, по-видимому, связано и постепенное сокращение количество изучающих не английский иностранный язык российских школьников и студентов. Однако мы склонны полагать, что сила воздействия глобального языка в общем равна силе противодействия языкового пуризма, по меньшей мере, со стороны субглобальных языков (испанского, немецкого, португальского, русского, французского) и входящих в десятку наиболее распространенных в мире хинди, бенгали, арабского и китайского (мандаринского) языков.

Несмотря на указанные риски, перспективы реализации глобального потенциала английского языка не следует воспринимать излишне оценочно. Среди языков международного общения исторически встречались претенденты на всемирное распространение, но их претензии все же не распространялись за пределы территорий многонациональных государственных образований (Римская, Византийская, Монгольская, Французская империи). Многие обоснованно утверждают, что в сферах бизнеса, науки, информатики, образования, транспорта, политики, развлечений и массового потребления английский стал глобальным языком межнационального общения. Он стал не только источником, но и посредником для экспорта лексических единиц и грамматических конструкций.

При этом важно отметить, что факт свободного владения английским сегодня не так важен для языковой глобализации, как факт активного использования. Для сравнения: самый распространенный язык в мире — мандаринский диалект китайского языка — насчитывает около 1 миллиарда носителей, а английский — около 400 миллионов, но английским, по данным Британского Совета, регулярно пользуются (не будучи носителями) еще около 2 миллиардов человек. Кроме того, глобальная — интернет-коммуникация, основным инструментом которой исторически смог стать английский язык, неумолимо расширяет состав «пользователей» глобального языка. Когда представители «поколения гаджетов» будут составлять большинство человеческой популяции, действие указанных тенденций усугубится. Признаки этого можно видеть уже сегодня. Например, ООН в настоящее время использует пять официальных языков: английский, французский, испанский, русский и китайский, однако около 90 % международных организаций используют английский в качестве, по меньшей мере, одного из их официальных языков (в то время как французским пользуется уже менее 50 %). Мало того, приблизительно одна треть международных организаций (ОПЕК, АСЕАН и др.) используют в качестве официального исключительно английский язык, причем эта цифра возрастает свыше 90 % среди азиатских международных организаций.

В то же время определяющее влияние экстралингвистических факторов на глобализацию английского может стать отправной точкой для снижения влияния глобального английского в отдаленной перспективе. Основным фактором стимулирования языковой глобализации является политическая и экономическая мощь его носителей. Американское политическое господство (даже иллюзорное) и экономическое влияние (вполне очевидное) в мире делает английский жизненно необходимым инструментом глобальной коммуникации. Однако сокращение этого влияния, утрата господства неминуемо приведут к снижению статуса глобального английского в ситуации столь существенной зависимости его развития от экстралингвистических факторов.

В заключение следует отметить, что в отсутствие сопоставимых исторических прецедентов строить более или менее основательные прогнозы развития языковой глобализации весьма затруднительно. В связи с этим приобретение английским языком статуса глобального языка следует, вслед за Д. Кристалом, воспринимать как явление уникальное и в настоящее время необратимое. Именно из этого мы исходим в анализе глобализмов в составе интернациональной лексики современного русского языка [1].

**Список литературы / References**

1. Косырева, М.С. Глобализмы в русском языке: монография / М.С. Косырева. М.: Юнити-Дана, 2016. – 171 с.
2. Crystal D. English as a Global Language. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. – 212 p.
3. Ronen S., Gonçalves B., Kevin Z.H., Vespignani A., Pinker S., Hidalgo, César A. Links that speak: The global language network and its association with global fame // Processing of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2014. – Vol. 111. № 52.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Kosyрева, M. S. Globalismy v russkom yazyke [Global words in the Russian language] / M.S. Kosyрева. – М.: Unity-Dana, 2016. – 171 p. [in Russian]
2. Crystal, D. English as a Global Language / D. Crystal. – Cambridge: Cambridge University Press, 1997. – 212 p.
3. Ronen, S., Gonçalves, B., Kevin, Z.H., Vespignani, A., Pinker S., Hidalgo, César A. Links that speak: The global language network and its association with global fame / S. Ronen, B. Gonçalves, Z.H. Kevin, A. Vespignani, S. Pinker, César A. Hidalgo // Processing of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2014. – Vol. 111. № 52.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.105>

Косырева М.С.

ORCID: 0000-0002-3080-1680, Кандидат филологических наук,

Московская академия Следственного комитета Российской Федерации

**АСПЕКТЫ ИНТЕРНАЦИОНАЛИЗАЦИИ ЛЕКСИКИ В СУБГЛОБАЛЬНЫХ ЯЗЫКАХ****Аннотация**

*В статье анализируются различные аспекты категории интернациональности в лексическом составе субглобальных языков (русского, немецкого и французского) на фонетическом, морфологическом, словообразовательном, семантическом уровнях языковой системы. Особое внимание уделяется критериям отнесения лексических единиц к классу интернациональных слов. Расширение количественного состава интернациональной лексики в субглобальных языках связывается автором с беспрецедентно высокой степенью оперативности межъязыкового взаимодействия на основе современных коммуникационных технологий.*

**Ключевые слова:** языковая глобализация, интернациональная лексика; сопоставительная лексикология.

Kosyрева M.S.

ORCID: 0000-0002-3080-1680, PhD in Philology,

Moscow Academy of the Investigative Committee of the Russian Federation

**ASPECTS OF LEXICAL UNITS INTERNATIONALIZATION IN SUB-GLOBAL LANGUAGES****Abstract**

*The article analyzes various aspects of the internationalization in the lexical composition of sub-global languages (Russian, German and French) on the phonetic, morphological, word-formative and semantic levels of the language system. Particular attention is paid to the criteria of assigning lexical units to the class of international words. The author connects the expansion of the quantitative composition of international vocabulary in sub-global languages to the unprecedentedly high degree of efficiency of inter-language interaction on the basis of modern communication technologies.*

**Key words:** language globalization, international vocabulary; comparative lexicology.

В процессе исследования влияния языковой глобализации на лексический состав лексики русского языка [3] мы столкнулись с проблемой диффузности критериев интернациональности лексических единиц. В данной работе предлагается анализ категории интернациональности слов в субглобальных русском, французском и немецком языках на разных уровнях языковой системы: фонетическом, морфологическом, словообразовательном, семантическом. Этот анализ невозможен без учета особенностей реализации данной категории в глобальном английском языке.

Свойства интернациональности лексических единиц в европейских языках обнаруживаются уже на фонетическом уровне. В отличие от случайных лексических совпадений интернационализмы бывают представлены в словарях языков более или менее большими слоями [4], и поэтому в их звучании в разных языках намечаются определенные закономерные звуковые соответствия. Однако сходство звуков отнюдь не означает полного совпадения. Для существования интернационализмов не требуется фонологического тождества. В частности, в русском, английском, немецком и французском языках системы фонем различаются как в количественном, так и в качественном отношениях. Однако, как справедливо считал автор первых монографических работ по проблемам интернациональной лексики в отечественном языкознании В.В. Акуленко, это не мешает сходству до степени отождествления [1]. Отождествление сходных согласных сказывается в том, что при заимствовании иноязычного материала именно согласные звуки последовательно заменяются похожими русскими звуками. Весьма существенным для идентификации интернациональных слов оказывается наличие регулярных соответствий и сходства звуков в основе или корне. Расхождения и несопоставимость отдельных звуков часто компенсируются, так как слово воспринимается не как набор звуков, а как единое целое, причем различительная сила тем больше переходит от качества отдельных звуков к их количеству, чем больше их количество в слове [1].

Большая степень сходства интернациональных слов проявляется в письменной форме. Она свойственна и интернационализмам субглобальных языков. При этом расхождения письменных форм интернациональной лексики в русском, английском, немецком и французском языках связаны не только с расхождениями передаваемых на письме звуковых оболочек слов, но и разными принципами графической передачи сходных звуков. Тем не менее,



подавляющее большинство интернационализмов в письменной форме достаточно легко отождествляется в разных языках благодаря комплексности их восприятия и достаточности узнавания лишь общего контура, а не всех деталей слова.

Возможность закономерных соответствий и сходства интернациональных слов в устной и/или письменной форме нередко связана с существованием параллелизма в морфологических структурах этих слов. Параллелизм обычно бывает лишь частичным, так как в каждом языке структура интернационализмов может иметь особенности независимо от того, сочетают ли слова интернациональные и специфические элементы или полностью состоят из интернациональных морфем. Исторически расхождения объясняются неизбежной спецификой словообразования в каждом языке, разной степенью точности передачи прототипов интернационализмов, разными стереотипами словообразовательного оформления заимствуемых слов и образования производных от них [1].

Продуктивные словообразовательные модели обеспечивают интенсивную адаптацию глобализмов в разных языках [2]. При тождестве корневых морфем наличие в слове одного-двух специфических суффиксов не мешает ему функционировать как интернационализму, если эти специфические суффиксы регулярно соотносятся с суффиксами других языков в определенном классе слов.

Специфика суффиксального оформления неодинакова в именах существительных и прилагательных, а также в глаголах — трех основных частях речи, к которым принадлежит подавляющее большинство интернационализмов субглобальных языков. Соответствия в структурах производных слов касаются, в частности, интернациональных суффиксов при интернациональных же основах. Таковы в пределах имен существительных суффиксы: *-uct* — *-ist*, *-изм* — *-ism*, *-ация*, *-яция(я)* — *-ation*, *-иция* — *-ition*, *-уци(я)*, *-юци(я)* — *-ution*, *-изаци(я)* — *-ization*, *-инг* — *-ing* и др.

Вероятность данных соответствий достаточно высока, хотя в каждом языке встречаются отклонения, как единичные, так и групповые. Одним из проявлений перебоев в рядах морфемных соответствий является вариантность слов, распространенная среди интернационализмов в результате возможного заимствования сходных слов из разных источников, а также самостоятельного создания их по разным моделям.

В русском языке наиболее распространены и относительно общепонятны основы агглютинативного типа классического и неоклассического происхождения, способные образовывать интернациональные сложные слова, сочетаясь друг с другом, [1]. Подобные блоки являются давно признанными интернационализмами языков, которые мы относим к субглобальным. Большинство таких блоков употребляется лишь препозитивно: напр., *авто-*, *антропо-*, *архео-*, *астро-*, *аэро-*, *био-*, *вибро-*, *видео-*, *медиа-*, *мульти-*, *фейс-* и т.п. Этот первый тип блоков особенно легко может быть пополнен новыми основами, главным образом из греческих корней с интерфиксом. Блоки, употребляющиеся в постпозиции, образуют второй, ограниченный, но потенциально также открытый тип: *-граф*, *-дром*, *-ер*, *-лог*, *-ман*, *-фил*, *-фоб*, *-фон*, *-цид* и т.п. У таких элементов отмечается тенденция к переходу в суффиксы.

Интернациональные слова в субглобальных языках, как отмечалось, относятся преимущественно к трем частям речи: в пределах общелитературной интернациональной лексики русского, английского, французского языков, по подсчетам В.В. Акуленко, до 76% существительных, до 18% прилагательных, около 5% глаголов и всего около 1% приходится на долю причастий, наречий и междометий [1]. Наши подсчеты англицизмов в европейских языках, зафиксированных в словаре М. Герлаха [4], в целом тождественны этим показателям.

Семантический аспект интернационализации лексики в субглобальных языках заставляет учитывать то обстоятельство, что слова могут быть признаны интернациональными, если они семантически соответствуют друг другу (даже не полностью) и помогают понять текст на чужом языке, в той или иной степени способны выступить в роли переводных эквивалентов друг друга. В семантике, как и в остальных аспектах интернационализмов, общность сочетается со спецификой, которая проявляется, между прочим, в семантических структурах слов, в закономерностях переносного употребления слов, в объемах соотносительных значений, системных семантических связях, сочетаемости слов, где в полной мере проявляется качество интернациональности [1].

В конкретных ситуациях глобального диалога культур сталкиваются не семантические структуры, а синтагматические значения слов в контексте. При этом если коммуникация выходит за узкие рамки одной отрасли науки или техники в сферу обиходного общения, глобальной коммуникации в социальных сетях, интернациональный потенциал слова начинает расширяться: человек может понять без словаря многие несвойственные его родному языку значения интернационализма в чужом языке благодаря наглядности связей с семантическим центром общего для обоих языков значения, универсальности семантических переносов, опоре на контекст, наконец, высочайшей степени оперативности межъязыкового взаимодействия, обеспеченной современными коммуникационными технологиями. Все это создает как лингвистические, так и экстралингвистические условия для расширения состава интернациональной лексики не только в субглобальных языках, но и в других языках мира.

#### Список литературы / References

1. Акуленко В.В. Вопросы интернационализации словарного состава языка. Харьков: Изд-во ХГУ, 1972.
2. Богословская В.Р., Долгенко А.Н., Косырева М.С. От "selfie" к "селфи": пути адаптации англицизмов в современном русском языке // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2015. № 9-10 (104). С. 125-129.
3. Косырева М.С. Глобализмы в русском языке. М.: Юнити-Дана, 2016.
4. A Dictionary of European Anglicisms: A Usage Dictionary of Anglicisms in Sixteen European Languages / Ed. by Manfred Goerlach. N.-Y.: Oxford University Press, 2001. — 357 p.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Akulenko, V. V., Voprosy internazionalizacii yazyka [Internationalization of vocabulary]. — Kharkov: Publishing house of KSU, 1972.
2. Bogoslovskaya, V.R., Dolgenko, A. N., Kosyreva, M. S. Ot "selfie" k "selfie: puti adaptacii anglicizmov v sovremennom russkom yazyke [Adaptation of anglicisms in contemporary Russian language] // Proceedings of Volgograd state pedagogical University. — 2015. - № 9-10 (104). — P. 125-129 [in Russian]



3. Kosyreva M. S. Global words in the Russian language: monograph [Globalismy v russkom yazyke]. – М.: Yuniti-Dana, 2016. [in Russian]

4. A Dictionary of European Anglicisms: A Usage Dictionary of Anglicisms in Sixteen European Languages / Ed. by Manfred Goerlach. N.-Y.: Oxford University Press, 2001. – 357 p.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.070>

Лазарева А.А.

Кандидат филологических наук, доцент

Бурятский государственный университет

## ОТРАЖЕНИЕ КУЛЬТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В БУРЯТСКИХ И КИТАЙСКИХ АНТРОПОНИМАХ

*Аннотация*

*Данная статья посвящена отражению культурных характеристик в бурятских и китайских антропонимах.*

*Типологические процессы имеют место в разных, совершенно отличных друг от друга по структуре языках. Соответственно, ввиду сходных психологических мыслительных процессов, мотивация наречения у разных народов может совпадать/повторяться. Также могут совпадать и лексические поля антропонимов, обозначающие то или иное явление, встречающееся у разных народов. Так, имена собственные могут содержать различные культурные характеристики быта, традиций, исторических событий и т.д.*

*Статья носит как теоретический, так и прикладной характер, может быть использована при дальнейшем рассмотрении указанной темы, а также при подготовке учебных пособий, словарей.*

**Ключевые слова:** ономастика, антропоним, культура, традиция, мотивы номинации, типология.

Lazareva A.A.

PhD in Philology, Associate professor

Buryat State University

## REFLECTION OF CULTURAL CHARACTERISTICS IN BURYAT AND CHINESE ANTHROPONYMS

*Abstract*

*The following article is devoted to the reflection of cultural characteristics in Buryat and Chinese anthroponymy.*

*Typological processes take place in different languages even though they are quite different in terms of their structure. Accordingly, in view of similar psychological mental processes, the motivation for naming can coincide/repeat among different people. The lexical fields of anthroponymy denoting a particular phenomenon which occurs in different languages can coincide, too. Thus, proper names can contain different cultural characteristics of life, traditions, historical events, etc.*

*The article is of both theoretical and applied character and can be used for further consideration of this topic, as well as in the preparation of various teaching aids such as dictionaries.*

**Keywords:** onomatology, anthroponymy, culture, tradition, nomination motives, typology.

Имена собственные, будучи способными зафиксировать множественные моменты определенного исторического периода, несомненно, содержат богатую информацию о состоянии культуры этноса на данный временной отрезок. Отмеченное свойство онимов дает возможность в свою очередь ученым-этнографам, историкам, археологам говорить о характерных особенностях, о различных этапах развития общества в какую-либо эпоху.

Например, рассмотрение исследователем Б.В. Башкуевым имен с отрицательной семантикой, позволяет говорить о некоторых особенностях шаманистской культуры бурят. У бурят-шаманистов не было ничего, напоминающего церковный месяцеслов, даже специального обряда, во время которого давали имя новорожденному. Лишь в тех случаях, когда у родителей первенцы умирали, при рождении последующего ребенка справляли суеверный обряд **зангя зуухэ**, в процессе которого на шею младенца вешали шнурок с несколькими узлами, в качестве своеобразного амулета, который мог охранять его от болезней и злых духов.

помимо этого, местные верования подсказывали, что при выборе имени непременно надо помнить о том, что людей с красивым и хорошим по смыслу именем охотно прибирают к себе потусторонние силы. Потому в составе исконно бурятских имен довольно много таких, которые характеризуют человека только с отрицательной стороны: Бааһан, Баасан 'помет, испражнения'; Муузы 'худая, плохая (баба)'; хандархай 'развалина, оборванец'; Холхоонээ 'мошонка' и т. д. [2, С.26]

Распространение буддизма среди бурят, начиная со второй половины XVII-ого века, оставило в бурятском именнике антропонимы тибетско-санскритского происхождения, семантика апеллятивных основ которых относится к религиозной лексике. Достаточно распространены такие имена, как Базар 'алмаз', Доржо 'алмаз', Еши 'разум', Жаб, Жап 'вера' - вариант Басевой [1, С.85], Нима 'солнце', Ханда 'спасительница-дева', Бадма 'цветок лотоса', Абида 'бурхан', Гомбо 'защитник, покровитель', Дулма 'спасительница-мать' по Басевой [1, С.85] или 'богиня Тара' по Митрошкиной [5, С.150], Шэмэд 'бессмертный' и т. д.

Как правило, имена, образованные от названий прочных, крепких материалов считаются 'тяжелыми', 'твердыми', - 'угнетающими' ребенка, плохо влияющими на здоровье, успех, судьбу. Имена же, образованные, например, от названий цветов, составляют 'мягкие' [4, С.80].

В наше время тибетско-санскритские имена, некогда заимствованные из чужого языка, перестали осознаваться как иноязычные и сейчас воспринимаются как собственно бурятские [1, С.86-87].

Если в Забайкалье, начиная со второй половины XVII- начала XVIII вв., идет распространение буддизма, то этническая Западная Бурятия (Прибайкалье), как известно, входит в это время в состав Российской империи. Отражением тесных контактов на бытовой и культурной почве, длительного соседского сосуществования являются

имена с греко-латинско-византийской основой, как канонические имена православной церкви. Разумеется, что непривычные для слуха бурят имена прошли фонетическую адаптацию и часто были зафиксированы в документах в своей видоизмененной форме. "Фонетическое освоение русских имен приводит также к изменениям позиции звуков, главным образом, согласных, видоизменениям их сочетаний и т. д." [5, С.165]:

Авдотья - Огдоохи, Василий - Башиила, Ефим - Яхим, Илья - Ильяа, Ульдяа, Костя - Хоостя, Лука - Лухаа, Роман - Армаан, Федора - Педоора и т. д.

Переходя из одного языка в другой, заимствованное слово, и в том числе имя собственное, стремится найти свое место в системе языка-приемника, для чего ему необходимо получить наиболее подходящее фонетическое и орфографическое изображение. При этом происходят многочисленные морфологические переразложения, ассоциации и диссоциации, продиктованные спецификой заимствующего языка. [6, С.10].

Попутно заметим, что, со временем адаптированные формы имен приобретают свое исконное звучание, это объясняется степенью освоения как иноязычной лексики, так и языковой системы в целом, в частности его фонетических норм. Безусловно, бытовавшие когда-то в именнике западных бурят адаптированные формы русскоязычных антропонимов свидетельствуют об уровне владения бурятами русским языком в тот или иной исторический период. Полагаем, что в данном случае проявляется особая ценность онимических единиц определенным образом фиксировать динамику процесса билингвизма.

Конечно же, единицы апеллятивной лексики проявляют подобное свойство, но в меньшей степени, поскольку онимы, как правило, обладают определенной документальностью, которая представлена ревизскими сказками, родословными таблицами, паспортными данными и другими документальными материалами. Ряд работ таких ученых, как Баранникова, Будаева, Бураева, Дондукова, Золхоева, Митрошкиной и др. посвящены этим вопросам.

Возникновение и вся последующая история имен собственных связана с историей определенного общества, с его экономической, политической, культурной жизнью. Потому налицо необходимость учитывать исторический фактор при анализе ономастического материала [7, С.53].

Как утверждают ученые, типологический аспект имен собственных проявляется также и в том, что по ходу изменения истории и, соответственно, потребностей общества, в сходные исторические эпохи у разных народов возникали аналогичные классы имен [6, С.19].

Как отражение событий и идей времен Октябрьской революции и образования Союза Советских Социалистических Республик, появляется ряд имён, отражающих реалии нового времени: Аврора, Манифеста, Мэлс, Октябрина, Ревомир, Самолет, Трактор, Сталина, Энергина, и др., которые нашли свое место и в антропонимиконе Бурятии. Во второй половине 20 в., как фиксируют ученые, становятся частыми заимствования из западноевропейских стран, приобретают популярность имена Альберт, Арнольд, Венера, Леонард, Марат, Роберт, Роза, Спартак, Стелла и т. д. [2, С.25]

Аналогичные явления наблюдаем и в онимической системе китайского языка. Победа Народной революции и образование Китайской Народной Республики в 1949 году также были отражены в современной китайской лексике. Начиная с 50-х годов и до наших дней в китайском языке бытуют имена с семантикой "Китай, строить, защищать и т. п.": Сяовэй (晓伟) 'рассвет' + 'великий'; Янхуа (艳华) 'любить; прекрасный' + 'Китай'; Цзяньхуа (建华) 'строить; возводить' + 'Китай'; Дунле (东烈) 'восток' + 'сильный'; Дунпин (东平) 'восток' + 'спокойный; мирный'; Чуньхуа (春华) 'весна' + 'Китай'; Фэнхуа (风华) 'феникс' + 'Китай'; Цзяньминь (建民) 'возводить, строить' + 'народ'; Чжэньсинь (振新) 'цвести, процветать'; Сяоминь (晓民) 'рассвет, 'заря' + 'народ'; Лихуа (丽华) 'красивый, прекрасный' + 'Китай'; Шаохуа (少华) 'молодой; молодость' + 'Китай'; Баохуа (保华) 'охранять, защищать' + 'Китай'; Кэцзянь (尅建) 'преодолевать трудности' + 'строить, создавать'; Чжэньхуа (振华) 'воодушевиться, воспрянуть' + 'Китай' и т. д.

Интересно с исторической точки зрения китайское имя Хуншэн (洪生) 'половодье, мощный поток' + 'рождаться, родиться'. Мать ребенка, будучи беременной, оказалась в водовороте революционных событий и родила сына в разгар антиправительственных действий. Имя отражает напряженную ситуацию того периода.

Необычайный ономастический пример представляет собой имя древнекитайской императрицы У Чжао (武曌), эпоха Тан, годы правления 684 - 701 н. э. Это имя она взяла себе взойдя на престол, и другого такого не существует. Иероглиф Чжао состоит из верхней и нижней частей. Вверху располагаются элементы, обозначающие солнце (日) и луну (月), а внизу - элемент, означающий пространство (空). Императрица отождествляет себя с солнцем и луной, которые находятся выше всех, так же как и она возвышается над остальными людьми.

При наречении близнецов в любом языке бывают задействованы методы анафоры, эпифоры, парных имен или имен по смыслу, аллитерации: Баяр и Жаргал, Валя и Галя, Витя и Валера, Цэбээн и Сэдэн, Тумэр и Тумэн, Дулма-Жаб и Долгор-Жаб, тройня - Вера, Надежда, Любовь, Лида и Лора, Саяна и Туяна и т. д. У монголов исследователи отмечают общий слог в именах детей. Эта же связь общепринята у корейцев. В отношении китайцев следует говорить о системе **пай-хан**, включающую не одно поколение.

В наше время также существует тенденция обозначить принадлежность бурятских имен к женскому роду посредством присоединения форманта – **а** в соответствии с традициями русского языка: Амарсана, Баира, Бэлика, Саяна, Чимита, Цырена и т.п.

Изучение работ ученых-ономастов позволяет утверждать, что имена собственные, как часть лексики любого языка, имеют способность фиксировать как лингвистические, так и экстралингвистические характеристики определенных временных периодов. Ономастика позволяет обнаружить интересные сведения о народах, населяющих данную территорию, их миграции, культурных контактах и т. п.

**Список литературы / References**

1. Басаева К. Д. Современные тенденции в употреблении личных имен у бурят/ К. Д. Басаева // Ономастика Бурятии, вып. 26, - Улан-Удэ: 1976, с. 85 - 92.
2. Башкуев Б. В. Своеобразие личных имен предбайкальских бурят/ Б. В. Башкуев // Бурятские антропонимы и топонимы. - Улан-Удэ: 1981, с. 23-40.
3. Инская антропонимическая модель и проблема разграничения личного имени и апеллятива// Личные имена в прошлом, настоящем и будущем. Проблемы антропонимики. - М.: Наука, 1970, с. 206-211.
4. Ламожапова И.А. Исконные личные имена у монгольских народов: структура, семантика/ И.А. Ламожапова— Чита: Изд-во ЗабГПУ, 2004. – 139 с.
5. Митрошкина А. Г. Бурятская антропонимия/ А. Г. Митрошкина— Новосибирск: «Наука», 1987. – 222 с.
6. Суперанская А.В. Структура имени собственного (фонология и морфология) / А.В. Суперанская - М.: «Наука», 1969. – 206 с.
7. Шулунова Л.В. Ономастика Прибайкалья / Л.В. Шулунова - Улан-Удэ: 1995. – 204 с.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Basaeva K. D. Sovremennye tendentsii v upotreblenii lichnih imen u Buryat [Modern trends in the use of personal names among the Buryats] / K.D. Basaeva K.D./Onomastika Buryatii, vip. 26, - Ulan-Ude: 1976, p. 85-92. [in Russian]
2. Bashkuev B. V. Svoeobrazie lichnih imen predbaikalskih buryat [The uniqueness of personal names, the CIS-Baikal Buryat] /B. V. Bashkuev // Buryatskie antroponomi i toponimi. – Ulan-Ude, 1981, p. 23-40. [in Russian]
3. Inskaya antroponomicheskaya model i problema razgranicheniya lichnogoimeni i apellyativa [Yin anthropological model and the problem of distinguishing personal name and appellative] // Lichnie imena v proshlom, nastoyashem i budushem. Problemi antroponomiki. – M., Nauka, 1970, p. 206-211. [in Russian]
4. Lamozhapova I. A. Iskonnie lichnie imena u mongolskih narodov: struktura, semantika/ Lamozhapova I. A. [Aboriginal personal names of the Mongolian peoples: structure, semantics] // Uchebnoe posobie. – Chita, Izd-vo ZabGPU, 2004. – 139 p. [in Russian]
5. Mitroshkina A. G. Buryatskaia antroponomia [Buryat anthroponymy] / Mitroshkina A. G.// - Novosibirsk, «Nauka», 1987. – 222 p. [in Russian]
6. Superanskaya A. V. Struktura imeni sobstvennogo (fonologia i morfologia) [Structure name (phonology and morphology)]/ Superanskaya A. V. M.: Nauka , 1969. – 206 p. [in Russian]
7. Shulunova L. V. Onomastika Pribaikalia [Onomastics Of The Baikal Region] / Shulunova L. V. // - Ulan-Ude, 1995. – 204 p. [in Russian]



ПРИМЕР DOI:  
10.18454/IRJ.2015.0001

Начиная с ноябрьского выпуска 2015 года /10 (41) Ноябрь 2015/, каждой статье, опубликованной в Международном научно-исследовательском журнале, **редакция издания будет присваивать идентификатор цифрового объекта DOI:**

- DOI облегчает процедуры цитирования, поиска и локализации научной публикации;
- DOI повышает авторитет журнала, а также свидетельствует о технологическом качестве издания;
- DOI является неотъемлемым атрибутом системы научной коммуникации за счет эффективного обеспечения процессов обмена научной информацией.

**(Digital Object Identifier)** — идентификатор цифрового объекта, стандарт обозначения представленной в сети информации.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.088>Мухамедьянова Г.Н.<sup>1</sup>, Абуталипова Э.Н.<sup>2</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-0258-1131, Кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков.

Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета.

<sup>2</sup>ORCID:0000-0001-8433-6123, Кандидат психологических наук, доцент, зав. кафедрой коррекционной педагогики.

Институт развития образования Республики Башкортостан

**ОТРАЖЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ СПЕЦИФИКИ НАРОДА В МОТИВАХ ТАБУИРОВАНИЯ И ЭВФЕМИЗАЦИИ (НА МАТЕРИАЛЕ БАШКИРСКОГО, НЕМЕЦКОГО И РУССКОГО ЯЗЫКОВ)****Аннотация**

В статье впервые на материале башкирского, немецкого и русского языков описываются древние и современные языковые табу и их эвфемистические замены. Табу рассматривается как движущий фактор развития эвфемии и словаря общенациональной лексики. Собранные и изученные в ходе сопоставительного анализа фактические материалы подтверждают наличие незримой связи в мотивах табуирования древних и современных культур, проявляемой в особенностях работы человеческого сознания. Вера в магические возможности слова, материализованное восприятие мира и страх выступают ведущими психологическими факторами процесса табуирования и эвфемизации. Об универсальном характере явлений табу и эвфемии свидетельствуют эвфемизмы различных тематических сфер и их лексико-семантические соответствия на материале трех разноструктурных языков.

**Ключевые слова:** эвфемия, эвфемизм, эвфемистическая замена, субститут, табу, табуирование, разноструктурные языки, национальное мировоззрение, языковая картина мира, ментальность, национальная культура, языковые универсалии, лингвокультурная общность, индивидуальность образа мышления, языковая избирательность, отражение национальной культуры, культ, культовые обряды, мифология.

Mukhamedyanova G.N.<sup>1</sup>, Abutalipova E.N.<sup>2</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-0258-1131, PhD in Philology, Associate Professor of the Department of Foreign Languages, Sibai Institute (Branch of Bashkir State University).<sup>2</sup>ORCID:0000-0001-8433-6123, PhD in Psychology, Associate Professor, Head of the Department of Correctional Pedagogy, Institute for the Development of Education of the Republic of Bashkortostan**REFLECTION OF NATIONAL AND CULTURAL SPECIFICITY OF PEOPLE IN TABOOING AND EPHEMIZATION MOTIVES (ON THE MATERIAL OF THE BASHKIR, GERMAN AND RUSSIAN LANGUAGES)****Abstract**

The article discusses ancient and modern language taboos and their euphemistic substitutions on the material of the Bashkir, German and Russian languages. The taboo is considered as the driving factor of the euphemization and national vocabulary development. Factual materials collected and studied during the comparative analysis confirm the existence of an invisible link in the motives of tabooing of ancient and modern cultures manifested in the peculiarities of the human consciousness work. Belief in magic possibilities of the word, materialized perception of the world and fear are among the leading psychological factors in the tabooing and euphemization processes. The universal character of tabooing phenomena and euphemisms is evidenced by euphemisms of various thematic spheres and their lexico-semantic correspondences on the material of three multi-structural languages.

**Keywords:** euphemization, euphemism, euphemistic substitution, substitute, taboo, tabooing, multi-structural languages, national identity, language worldview, mindset, national culture, linguistic universals, linguo-cultural community, individuality of the way of thinking, language selectivity, reflection of national culture, cult, spiritual practices, mythology.

**Введение**

Лексическая система многих языков включает слова, которые при тех или иных условиях исключаются участниками коммуникации из речевого обихода, подвергаясь в силу действия ряда социальных и / или психологических причин эвфемистической замене. Слово «эвфемизм» (от др.-греч. *eu* – «хорошо», *phēmi* – «говорю») со времен античности используется для обозначения смягченных выражений, привлекаемых на смену табуированных (запрещенных) наименований. Вопросы эвфемии в лингвистической литературе рассматриваются, как правило, во взаимосвязи с явлением табу, что может быть обусловлено спецификой данного лингвистического явления: образованию эвфемистической замены предшествует наличие табу. О связи между эвфемией и табу свидетельствуют исследования Б.А. Ларина (1961), S.Ullman (1951), С. Видлак (1965), М. Gasser-Mulheim (1972), S.Luchtenberg (1975), Х.Г. Юсупова (1988), Л.П. Крысина (1994), А.М.Кацева (1988) и других ученых. Вопросам табу в этнографическом аспекте посвящены труды Д.Д.Фрезера (1980), Д.К. Зеленина (1979, 2004), М.М. Маковского (1988; 1992), З.Фрейда (2005), С. Balle(1990), Н.Б. Мечковской (1998) и некоторых других исследователей[8].

Следуя лингвистическим определениям [Булаховский 1953, Фрезер 1980, Кацев 1988, Фрейд 2005 и др.], слово табу (*ta*- «отмечать» и усилительное наречие *ri* – «всецело выделенный», «отмеченный») изначально заключало два диаметрально противоположных значения. С одной стороны, это нечто, от чего стремились отдалиться, уйти прочь, что таило некое злое начало, служило проклятием, и предрекало реальную опасность для человека. С другой стороны, слово «табу» приобретает дополнительные смысловые цепочки с выраженным оттенком позитивной оценочности: «всецело выделенный», «отмеченный», «священный». Общими для данного понятия элементами являются значения «неприкосновенный», «запретный». В совокупности слово «табу» означает запрет, распространяемый на предметы, действия, слова и жесты [8].

Первоначальное упоминание табу и их эвфемистических замен относится к наиболее ранним этапам развития общества. Исследователи едины в том, что в основе запретов лежал психологический фактор, где под воздействием различного рода эмоциональных интенсификаторов возникли ограничения на прямое словоупотребление того или иного объекта номинации. В сознании древних народов слово обладало магическими свойствами, отражало все категории языческой ментальности. «Именно слово, - отмечает М.М.Маковский, - как барометр точно отражало нравы, обычаи, верования, способы мышления первобытных людей» [7, С. 154].

Анализ этнографических и собственно лингвистических источников, посвященных исследованию явлений табу и эвфемии, позволяет выделить единицы, возникшие на *дорелигиозной* стадии формирования человеческого сознания в числе наиболее древних форм эвфемистических образований. К психологическим предпосылкам создания словесных запретов у первобытного охотника относится его убеждение в том, что «животные слышат и понимают человеческий язык, а также уверенность в их тонком чутье к запахам; животному приписывают все человеческие чувства и относятся к нему как к человеку. Табуирование на данном этапе развития выступает как средство защиты человека, охраны его, обеспечения удачи в промысле. Следуя обычая, хорошо известному у многих народов, охотники избегали называть своим именем зверей, которых они преследуют, что ставило их перед необходимостью изобретения иносказательных конструкций, способствуя, таким образом, развитию словотворческого процесса» [3, С. 10].

Табуированию подвергались наименования представителей флоры и фауны (зверей, птиц, насекомых, рыб, пресмыкающихся, земноводных), и некоторых связанных с ними слов. Опасение спугнуть объект охоты, рыболовства, навлечь на себя и свои пастбища нападение хищников, причинения вреда животными, насекомыми, птицами, земноводными, определяет возникновение многочисленных запретов на прямое обозначение реалий объективного мира, диктующая необходимость изобретения новых, приемлемых для замены наименований животных, растений, насекомых, птиц и т.д., способствуя развитию эвфемистического словаря. Суеверия охотников, считающих опасным называть животных, на которых охотятся, их кровь и т.п., создают эвфемизмы, часть которых впоследствии может даже стать исключительными для них названиями.

Тенденция к табуированию особей животного мира прослеживается на материале различных языков. Обширный слой эвфемистических наименований образован на основе положительной оценочности медведя - *Михаил (Михайло) Иванович Топтыгин, Потапыч, сергацкий барин, хозяин, мишка, мишенька*. В башкирском языке почтительное отношение к медведю прослеживается в номинативных единицах, образованных на основе метонимического сдвига (животное → гортань) – *тамлы тамак, тэмле тамак* (букв.: *тэмле* – «сладкий» и *тамак* – «горло», «гортань», ≈ «сладкоежка»), а также в формах, указывающих на особое положение данного зверя - *урман батшаһы* («лесной царь»), *урман хужаһы* («хозяин леса»). Присоединение компонентов *агай, олатай* в номинативных формах *айыу агай* («дядюшка медведь»), *айыу олатай* («дедушка медведь») подчеркивают позитивную оценку данного животного. Интересно отметить, что в сознании носителей немецкого языка для обозначения данного животного воссоздается комплекс ассоциаций, связанный с его пристрастием к сладкому: *Honigfresser* [8].

Во многих языках эвфемистические обозначения образованы на основе метафорического переноса. Иллюстрацией подобных метафор-эвфемизмов в русском языке могут служить лексемы *бурый, мохнатый, косматый, мохнатый, лохмач*. Сходная тенденция обнаруживается и на материале немецкого языка – *der Braune*. В башкирском языке иллюстрацией метафор-эвфемизмов могут служить лексемы *ялбыр* («лохматый», «мохнатый»), *ясы табан* (*ясы* – «широкий», «плоский», *табан* – «стопа», «ступня»), *салыш табан* (*салыш* – «кривая», *табан* – «стопа», «ступня»), *тайыш табан* («косопалый»), *салышяк* («косопалый»), *сонтой койрок* («короткий хвост»).

Эвфемистической замене подвергались обозначения змеи, грызунов. В немецком языке во избежание прямого обозначения змеи («Schlange») привлекались определения *die Kriechende, die Grüne, Leder* (букв.: «кожа»). В сознании носителей русского языка слово «змея» воссоздавало комплекс сходных ассоциаций по внешним представлениям - *ползучая, земляная, идущая на брюхе, зеленая* и т.д. В башкирском языке для обозначения змеи («йылан») привлекались слова и выражения, основанные на актуализации ряда характерных для данного пресмыкающегося признаков - *камсы* («плеть», «хлыст»), *майлы кайыш* («масляной ремень»), *озон еп* («длинная нить»), *озон корт* («длинный червь»), *ялтыр* («блестящий»), *ялтыр / майлы кайыш* («блестящий / масляной ремень») [11, С. 12].

Прямое наименование волка во многих языках изначально подвергалось табуированию из опасения за свои пастбища, а также селения, расположенные в равнинных областях, на которые этот зверь имел обыкновение нападать стаями, представляя реальную угрозу населению. В башкирском языке для эвфемистической замены данного животного использовались обозначения *зур эт* («большая собака»), *хоробай* («серый»), *йылтыр күз* («сверкающий глаз»), *кара колак* («черное ухо»), *кырагай эт* («дикий пес»), *озон койрок* («длинный хвост») и др. [11, С. 12]. Примечательно, что в древнебашкирском языке для обозначения волка первоначально использовалось слово *корт*. Как отмечается в исследованиях А.Ф.Илимбетовой, Ф.Ф.Илимбетова (2012), «в современных тюркских языках этот зооним сохранился в уйгурском, туркменском, азербайджанском, турецком и гагаузском языках» [4, С. 56]. Забвение большинством тюркских народов первичного наименования волка *корт* и появление нового слова *буре* исследователи объясняют длительным действием табу на обозначение тотема. Интересно отметить, что с башкирским эвфемистическим наименованием *буре* идентично по значению и сходно по звучанию русское слово *бирюк*. Сходство лексических форм исследователи объясняют влиянием древних иранских культур, прежде всего, саков [4, С. 56]. Можно предположить, что такое сходство звучания и значения обусловлено слиянием языческих культовых обрядов с культом мусульманских и христианских святых с сохранением привычных им терминов или заимствованием новых слов. Язычество служило для наших предков одним из объединяющих начал. Различного рода анимистические представления древних народов, проявляемые в почитании сил природы (животных, птиц, растений, воды, огня), а также небесных светил (главным из которых у многих народов было Солнце), их перевоплощение в человека в те далекие времена были очень устойчивы и в известной мере оказывали влияние на другие религии. В числе других иносказательных обозначений волка в русском языке следует указать единицы *серый, зверь* [8]. У немцев заменой

слова «волк» служило обобщающее наименование *Zerreiser* (букв. «раздирающий»). Обобщающие свойства слова расширяли сферу его употребления, позволяя обозначить им любое животное.

В некоторых обозначениях табуируемых названий представителей животного и растительного мира обнаруживается тенденция древних народов к эвфемизации на основе поляризации значения, проявляемая в намеренном наделении запретного слова положительными качествами, присоединении к основе прямого обозначения уменьшительно-ласкательных суффиксов, почтительном обращении к объекту номинации, внушающему суеверный страх. Данная особенность речевого поведения объясняется стремлением древнего человека задобрить стоящие за словом-табу таинственные силы, привлечь их на свою сторону и обусловлена спецификой архаичного мышления – тождество мыслимого образа предмета с самим предметом, материализованное восприятие слова, вера в его магические возможности. В русском языке почтительное отношение к медведю проявляется в номинациях *Михаил (Михайло) Иванович Топтыгин, Потапыч, сергацкий барин, хозяин*, а также в единичных с уменьшительно-ласкательными суффиксами: *мишка, мишенька*. В башкирском языке позитивная оценочность в обозначении данного животного создается на основе метонимического сдвига (животное → гортань) – *татлы тамак, тәмле тамак* («сладкоежка»). Присоединение компонентов *агай, олатай* в номинативных формах *айыу агай* («дядюшка медведь»), *айыу олатай* («дедушка медведь»), а также обращение *олатай* («дедушка») способствует выражению особого отношения к данному животному [8], [9].

Номинативные возможности языка не ограничиваются упомянутыми способами эвфемистической замены табуируемого объекта. Каждая единица несет в себе дополнительную языковую информацию, отражая специфику национального мировоззрения. Многочисленные поверья древних народов находят отражение в пословицах, поговорках, афоризмах, загадках. В немецком языке отголоском существовавшего некогда табу на прямое упоминание волка служит пословица *Wenn manden Wolf nennt, dakommt er gerennt*. В русском языке этой фразе более близко в семантическом отношении выражение *легко на помине*. В башкирском языке остаточным явлением существовавшего некогда табу на прямое обозначение представителей животного мира являются пословицы *якшы һүз йыланды енгән* (букв.: «доброе слово одержало верх над змеей») [11, С. 7].

В состав башкирских имен часто входили форманты-наименования хищных животных, птиц, призванные защитить ребенка от негативного воздействия темных сил и привлечь в его жизнь здоровье, благополучие: *Айыубай* (медведь + богат), *Арыслан* («лев»), *Юлбарыс* («тигр»), *Бөркөт* («орел») и т.д. Имена, сочетающие компоненты «алтын» («золото»), «бай» («богат»), по убеждению древних, привлекали в жизнь человека богатство: *Алтынбикә, Алтынбай, Алтыгулжа, Баймухамет, Байтимер, Байназар, Баййегет* и др. Стремлением защитить ребенка от распространения родимых пятен и превращения их в злокачественную опухоль объясняется, отчасти, распространение имен с компонентом «мин-» («родимое пятно»): *Миңлебикә, Миңмал, Миңсылыу, Миңлебай, Миңлегол* и др. Распространение имен с компонентами – *тимер* («железо»), – *булат* («сталь»), «алтын» – («золото»), «бай» – («богат») является типологической универсалией антропонимиконев тюркских народов.

Каждый национальный язык имеет исторически сложившуюся систему эвфемизации. В основе этих наименований отражаются менталитет народа, его история, события повседневной жизни и быта. Национальное мировоззрение наших предков проявилось на всех уровнях бытия нации, ее стиля жизни, хозяйственного уклада общества. Это хорошо прослеживается на примере эвфемизмов, представляющих собой отголоски древних верований. Очевидно, что сходные эвфемистические единицы фиксируются почти во всех языках мира и являются языковыми универсалиями. Раскрывая образный стержень языкового выражения можно восстановить воззрения народа на ту или иную эпоху, а это, в свою очередь, позволит расширить онтологическую картину языка как общественного явления, индивидуальность образного мышления народа, представляющего собой сложный ассоциативно-психологический образ.

#### Список литературы / References

1. Абуталипова Э. Н. Оптимизация путей дифференциальной диагностики нарушений психического развития детей в деятельности психолого-медико-педагогической комиссии (На материале Республики Башкортостан) : Дис. ... канд. психол. наук : 19.00.10 : Н. Новгород, 2003. – 243 с.
2. Balle, Christel. Tabus in der Sprache. – Peter Lang. – Frankfurt am Main – Bern – New York – Paris. – 1990. – 185 S.
3. Зеленин Д.К. (1878-1954) Проблемы славянской этнографии Ленинград: «Наука», 1979.
4. Илимбетова А.Ф., Илимбетов Ф.Ф. Культ животных в мифоритуальной традиции башкир. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. – 704 с.
5. Кацев А.М. Языковое табу и эвфемия / Учебное пособие к спецкурсу. - Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1988. – 80 с.
6. Маковский М.М. Сравнительный словарь мифологической символики в индоевропейских языках: Образ мира и миры образов. – М.: Гуманитарный изд. центр «Владос», 1996. – 416 с.
7. Мухамедьянова Г.Н. Эвфемия в современной общественно-политической лексике (на материале немецкого, русского, башкирского языков). - Дис. канд. филол. наук. – Уфа, 2005. – 178 с.
8. Мухамедьянова Г.Н., Абуталипова Э.Н. Табу и эвфемия как проявление магической функции языка (немецкого, русского, башкирского языков). – С. 61-63 /Международный научно-исследовательский журнал №4 (58), ч.2., Екатеринбург, 2017.
9. Фрезер Д.Д. Золотая ветвь: Исследование магии и религии. М., Политиздат, 1980. – 831 с.
10. Юсупов Х.Г. Эвфемизмы в башкирском языке: Лекция/ Башкирский пединститут. Уфа, 1988. - 29 с.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Abutalipova E.N. Optimizatsiya putey differentsialnoy diagnostiki narusheniy psikhicheskogo razvitiya detey v deyatel'nosti psikhologo-mediko-pedagogicheskoy komissii (Na materiale Respubliki Bashkortostan) [Optimization of Ways of Differential Diagnostics of Mental Development Disorders among Children in the Activity of Psychological, Medical and



- Pedagogical Commission (On the material of the Republic of Bashkortostan): Thesis of Cand. of Psychol. Sciences: 19.00.10: N. Novgorod, 2003. - 243 p. [In Russian]
2. Balle, Christel. Tabus in der Sprache. - Peter Lang. - Frankfurt am Main - Bern - New York - Paris. - 1990. - 185 P.
  3. Zelenin D.K. Problemy slavianskoy etnografii (1878-1954) [Problems of Slavic Ethnography (1878-1954).] Leningrad: "Science," 1979. [In Russian]
  4. Ilimbetova A.F., Ilimbetov F.F. Kult zhivotnykh v miforitualnoy traditsii Bashkir [Cult of Animals in Bashkir Mythological Tradition]. - Ufa: Academy of Sciences of Belarus, Gilem, 2012. - 704 p. [In Russian]
  5. Katsev A.M. Yazikovoye tabu i evfemiya [Language Taboo and Euphemism] / Textbook for Special Courses. - L.: LSPI named after A.I. Herzen, 1988. - 80 p. [In Russian]
  6. Makovsky M.M. Sravnitelnyy slovar' mifologicheskoy simboliki v indoevropeyskikh yazikakh: Obraz mira i miry obrazov [Comparative Dictionary of Mythological Symbols in Indo-European Languages: Image of the world and Worlds of Images]. - M.: Humanitarian edition. Centre "Vlados," 1996. - 416 p. [In Russian]
  7. Mukhamedyanova G.N. Evfemiya v sovremennoy obshchestvenno-politicheskoy leksike (na material nemetskogo, russkogo, bashkirskogo yazikov) [Euphemism in Modern Socio-political Vocabulary (on the basis of the German, Russian, Bashkir languages).] - Thesis of Philol. Sciences. - Ufa, 2005. - 178 p. [In Russian]
  8. Mukhamedyanova G.N., Abutalipova E.N. Tabu i evfemiya kak proyavleniye magicheskoy funktsii yazika (nemetskogo, russkogo, bashkirskogo yazikov). [Taboo and Euphemism as a Manifestation of the Magical Function of the Language (German, Russian, Bashkir languages).] - P. 61-63 / Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Scientific and Research Journal] No.4 (58), Part 2, Yekaterinburg, 2017. [In Russian]
  9. Fraser D.D. Zolotaya vetv: Issledovaniye magii i religii [Gold branch: Study of magic and Religion.] M., Politizdat, 1980. - 831 p. [In Russian]
  10. Yusupov Kh.G. Evfemizmy v bashkirskom yazike: Lektsiya [Euphemisms in the Bashkir Language: Lecture] / Bashkir Pedagogical Institute. Ufa, 1988. - 29 p. [In Russian]

## **ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ / PHILOSOPHY**

**DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.128>**

**Джонназарова Д.Х.<sup>1</sup>, Ибодуллоев А.Р.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат философских наук,

<sup>2</sup>Соискатель кафедры общественных наук,

Институт экономики и торговли (филиал) в г. Худжанде,

Таджикский Государственный Университет Коммерции

### **ПОЛИТИЧЕСКАЯ СОЦИАЛИЗАЦИЯ ЖЕНЩИН И ЕЁ СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ АСПЕКТЫ**

*Аннотация*

*В данной работе автор анализирует проблему социализации женщин в политической системе, аспектов социально значимого аспекта культурных ценностей и отношений, роль личности женщины в социальном аспекте и делает акцент на активное продвижение идеи иерархии государственного аппарата. Авторы дают четкую позицию социализации женщин в политической конъюнктуре. Подробно описываются имидж лидера женщины и ее роль в решении политических целей. Значение фигуры женщины в ситуации глубокого политического кризиса велико и однозначно.*

**Ключевые слова:** социум, политическое движение, культурные связи, процесс социализации, демократия, гражданское общество.

**Jonnazarova D.H.<sup>1</sup>, Ibodulloev A.R.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Professor

<sup>2</sup>Postgraduate researcher Department of Social Sciences,

Institute of Trade and Economy in Khujand,

Tajik State University of Commerce

### **POLITICAL SOCIALIZATION OF WOMEN IN SOCIAL AND CULTURAL ASPECTS**

*Abstract*

*In this article authors analyse the problem of socialization of women in political system, aspects of cultural values and relations, and the role of women in social aspects. They have several views about position of women in policy. The authors give a clear position on the socialization of women in the political conjuncture. The image of the leader of a woman and her role in solving political goals are described in detail. The significance of the figure of a woman in the situation of a deep political crisis is great and unambiguous.*

**Keywords:** society, political movements, cultural relations, the process of socialization, democracy, civil society.

## **I**ntroduction

The political system of society must be implemented by the wise policy of the leader of the country or state. The main role plays a woman. Women do not inferior to a man by nature and characteristics. The woman has leadership skills. Political socialization of women is one of the urgent issues of the day in the scientific community. The process of socialization of a person proceeds from the composition, to which specific society occurs the human socialization of women after the 1920s.

Due to the women's struggling since the XVIII century, the struggle for women's rights takes sharper lines. The twentieth century, the situation of women in Europe was worse than in the Soviet Union. Women worked in such heavy industrial spheres as engineering, mines, health, education and etc.

Today, the status of women in society has been multiplied. Besides that the woman is responsible for children and household chores. They must work and find their place in society. Women who work after a certain activity must deal with household chores in the evening. No one canceled the burden of liability. In the 18<sup>th</sup> century when the family was engaged in weaving, most of the work was done by women, except for work they calculated and kept accounts. If a woman can lead a household, she can lead a larger state, such as a whole state. The women are able take care of the family, to dress, feed, allocate resources for the winter, and also prepare for change. Men by nature are miners. We know enough names of women that changed history: Jeanne d'Arc, Margaret Thatcher, Mother Teresa, Catherine the Great, and others.

Each theoretical study begins with the definition of the author's position on the explanation of key concepts that help to identify the subject of a specific problem. First of all, we need to define within the framework of this article. As follows from the title of the article, the key concepts in this article are "socialization", "political socialization" and "socio-cultural aspect". It is possible to emphasize the prism of these categories also the identification of the specifics of the process of political socialization of women in a transforming Tajik society in conjunction with some issues of building a civil society in the Republic of Tajikistan.

The term "socialization" is multi-valued, and this explanation does not coincide with many authors. The history of the term in different sources appears in different variations. In the conventional version, socialization (from Latin *socialis* - social), assimilation by a human individual of a certain system of knowledge, norms and values that allow him to function as a full member of society; includes both a purposeful impact on the person (upbringing), as well as natural, spontaneous processes that affect his formation. [1, P. 97]

Political socialization is one of the sides of the overall socialization of the individual. The notion of "political socialization" was introduced into socio-political science in the late 50's of 20<sup>th</sup> century by American political scientist G. Heymann. His opinion is that, the term "political socialization", defines how a multi-level process of assimilating a person's values and norms leading to the formation of his qualities and properties that allow him to adapt to a specific political system and fulfill political roles and functions. [2, P.33]

Synthesis of scientific conjuncture determines that the stage of the process of political socialization is realized by two main stages.

The first stage consists of transferring to the new generations the existing patterns of political consciousness and political culture, i.e. in the transfer of political behavior of the older generation to the younger generation. An information sphere is also attached to it so that the women's public consciousness can inform, analyze and identify the technology of the mass media at the proper level.

The second stage of political socialization is associated with the acquisition by the individual of new, previously unknown political knowledge, with the assimilation of a new political experience. This action occurs in the process of the individual's participation in the political life of the country, as well as under the auspices of other factors.

To our mind, the most significant is that interaction of a person with political power, through traditions, cultural ties, historical experience, which is connected with past events or phenomena; with the help of legal norms, institutions, values of the present and the past, actively influences the ways of implementing political power, and through goals, political organizations influence the future political events of the country. [3, P. 54]

The process of assimilation of qualitatively new political values is especially relevant in the conditions of the transformation of society, because the changes taking place here are accompanied, not only by the transformation of old political relations, but also by the establishment of qualitatively new advantages and "rules of the game" that significantly change the role and place of a person in the system of political relations. New political realities, giving people the freedom to choose, at the same time, require from him a high level of political consciousness, political and general culture, civil responsibility, humanism and patriotism. Strictly speaking, a person who has freed himself from the "clutches" of political uniformity, begins to learn to live and adapt again in the conditions of political pluralism, i.e. passes the school of adaptation to new social and political conditions. The regulation of relations of social and political life is transformed in the Tajik society exclusively positively. In Tajikistan, this problem was especially actualized with regard to the participation of women in the social and political life of the country.

The President of the Republic of Tajikistan, in his letters and scientific works, constantly emphasizes specifically the cultural and historical peculiarities of the status of women in Tajik society. Contrarily attaching and assessing their place and role in the political life of society, he mentioned: "The society that cares about the mother-woman provides its future. A state that does not care about a woman does not have a future. The most important condition for solving gender problems in the society is active dialogue and social partnership of state structures, public associations and non-governmental organizations, as they are the link between the state and civil society." [4, P. 34]

The study of the status and role of women in public administration has not yet been properly scientifically developed. In the scientific and research sociological and political literature, the study of a social group of women in the political life of society, the economic environment, cultural, legal, state power begins to develop rapidly. It should be emphasized that there are several ways to develop social groups of women, which deal with some aspects of the role of women in society. These include the works of T.R. Abdushukurova and T.N. Bozrikova [5, P. 12], G. Bobosadykova [6, P. 21], M.K. Gafarova [7, P. 78], L. Dodhudoeva [8, P. 11], R. Zoirova [9, P. 7], A. Kuvatova, Sh. Khakimov, Sh. Shoismatulloev, Z. Isaeva, A. Kasymova and several other scientists.

However, the transformation of Tajik society has determined qualitatively new tasks of theoretical comprehension and concretization of the most important aspects of the activity of socialization and adaptation of women to new political realities. In the framework of this article, the authors set themselves the task of analyzing this problem from the perspective of adapting women to new political conditions.



Consequently, the achievement of gender equality is an important part of the development strategy that is designed to give the opportunity and the right to all citizens - women and men - to avoid poverty and improve the quality of life. Nowadays in all spheres of society, taking into account the private sector, 1 million women and girls work, which is 45%. In the health sector, 55,000 people work, of which 44,000 are women, and 52,000 women are employed in the sphere of education.

The number of women using bank loans has increased. If in 2006 their number was 55 thousand women, and they received a loan in the amount of 168 million, then in 2011 these figures were respectively 103 and 521 million. This process is facilitated by the allocation of presidential grants. So, only for 5 months of 2012 bank loans were used by more than 21 thousand women, and also about 20 thousand other women passed short courses, which for the development of the country's economy is very important.

At the same time, if in the economic sphere the consciousness of women is noticeably rebuilt, then in the political sphere, the political socialization of women in Tajik society is slow. It is important to understand that the reasons here are not that women do not want to participate in the political life of society, but that under the new conditions of society they have not been ready to actively involve them in political processes. Moreover, the Tajik social and political life of the late 20th and early 21<sup>st</sup> centuries was far from "a woman's face" in the sense that, according to her priorities, she was not friendly to women, and women themselves were practically excluded from the process of making important political decisions. In Tajikistan, this issue was aggravated even in the civil war that was taking place and the most difficult processes of achieving harmony and peace, as well as the revival of the socioeconomic life of the country.

The Republic of Tajikistan became one of the first states that, after the collapse of the Soviet Union, in the process of democratization of society raised the problem of raising the status of women in society to the level of one of the most important elements of state policy. Women, in today's Tajikistan, play an increasingly important, irreplaceable role in the national and domestic economy. A woman today is no longer a reserve workforce, she has declared and manifested herself in such a difficult field as the contribution of her forces to economic growth, development and the benefits of this.

An analysis of the state policy in the implementation of gender equality programs revealed that "despite some improvement in the indicators, the participation of women in the political life of Tajik society remains insufficient." In this connection, it should be noted that there are a number of deterrent facts of promoting gender equality, development of the country as a whole. The important factor is the impact of traditional stereotypes, ingrained in the life of society and having a negative impact on the possibilities of the gender. There are tendencies of women's self-discrimination, as shown by the results of the "Jahon" Public Association, under the project "The Way from a Leading Woman to a Woman-Deputy" with the support of the European Commission, the main reasons for women's low political activity are:

- 35% of respondents - in society there are "double standards" for women: at the level of legislative acts and in the realities of social practice.

- 30% of women surveyed believe that there is a shortage of time for social and political affairs, a quarter of women note that there are patriarchal stereotypes in the distribution of gender roles in the society, which are common in the media and among parliamentarians and members of the government.

- 10% on the unwillingness of political parties to promote women to power;

- 42% "mentality of the people" "uncertainty in victory";

- 34%, lack of finance;

- 22% imperfect legislation;

- 30% of respondents noted family obstacles (reluctance of family members), which reduces confidence in victory.

From year to year, the number of registered NGOs in Tajikistan is growing. If in 1991 the Ministry of Justice of the Republic of Tajikistan registered only 53 public associations, in 2002 869 NGOs were already registered. In addition to this, 197 local NGOs were registered in the Sughd region, in Khatlon – 133; Mountain Badakhshan-52; thus, over 2364 public associations were registered in Tajikistan. Out of this number, 27.5% are women's organizations.

Thus, the study of the political socialization of women in the context of building a civil society raises two interrelated tasks. First, Tajikistan has entered a new stage of its development - the stage of democratization, the emergence of new socio-political relations with sovereign states and the qualitative transformation of all spheres of society in the country. The solution of these problems is possible only with the activation of the human factor, especially the increasing role of women in the new political life of society. Secondly, profound changes in the political life of society require corresponding changes in views, since without a change in political views, political consciousness, without changes in psychology and thinking, we cannot solve the tasks of increasing women's political activity and create a literate, developed civilized democratic society.

In the period of independence, women's initiatives are always supported and serious measures are taken to implement them.

Today, women make up the majority of workers in education, health and other social sectors, of the total number of civil servants, women make up 23%.

It is necessary to attract more women and girls to work in the institutions of the banking system, communication, employment and other service sectors in the future.

It is advisable to set quotas and benefits at various levels to support women and girls, and this step is one of the ways to ensure the equality of women and men. State support for the uniformity of direct relations with women is making considerable efforts thereby directly affecting the role of women in administration.

Social bills that are adopted in Parliament directly or indirectly can concern women and their influence in public discourse.

#### Список литературы / References

1. Волков, ЮГ. Социология молодежи [текст]: - Ростов: Феникс, 2001. - 576с. С 97.
2. Даниленко, В. И. Современный политологический словарь, [текст]/ М.: NOT A BENE, 2000. - 1024с.
3. Рахмонов Э.Ш. Роль женщины в обществе. - Д., «Шарки Озод», 1997 г., 54 с;
4. Рахмонов Э.Ш. Долгий путь к миру. Душанбе, 1998; с.34
5. Рахмонов Э.Ш. Роль женщины в обществе. - Д., «Шарки Озод», 1997 г., с.12.

6. Бобосадыкова Г. Защита прав женщин и Конституции Республики Таджикистан // Конституционное развитие Таджикистана и США, - Д., 1996; с.21
7. Гафарова М.К. Духовный облик женщин Советского Востока. -Д., 1987; Гафарова М.К. Женщины горной республики. - Д., «Дониш», 1986, с.78
8. Додихудоева Л. Культурно-исторические особенности статуса мужчин и женщин в таджикском обществе: Таджикистан на пути к тендерному равенству. -Д., 2003, с.11
9. Зоиров Р. - Тендерная экспертиза Конституции Республики Таджикистан.// Женские и тендерные исследования в Таджикистане. Д.. 2000, с.7

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Volkov, Yu.G. Sotsiologiya molodiyozhi [Sociology of youth] [text]: - Rostov: Phoenix, 2001. – 576 p. P 97. [In Russian]
2. Danilenko, V.I. Sovremenniy politologicheskiy slovar [Modern political dictionary], [text] / M: NOT A BENE, 2000. - 1024p. [In Russian]
3. Rakhmonov E.Sh. Rol' zhenshchiny v obshchestve [Women's role in society]. - D., "Sharki Ozod", 1997, 54 p; [In Russian]
4. Rakhmonov E.Sh. Dolgiy put' k miru [A long way to peace]. Dushanbe, 1998; P.34 [In Russian]
5. Rakhmonov E.Sh. Rol' zhenshchiny v obshchestve [Women's role in society.] - D., "Sharki Ozod", 1997, p.12. [In Russian]
6. Bobosadykova G. Zashchita prav zhenshchin i Konstitutsii Respubliki Tadjikistan [Protection of women's rights and the Constitution of the Republic of Tajikistan] // Konstitutsionnoye razvitiye Tadjikistana i SSHA [Constitutional development of Tajikistan and the USA], - D "1996; P.21 [In Russian]
7. Gafarova M.K. Dukhovniy oblik zhenshchin Sovetskogo Vostoka [Spiritual appearance of women of the Soviet East.] - D., 1987; Gafarova M.K. Women of the mountain republic. - D., "Donish", 1986, p.78 [In Russian]
8. Dodikhudoeva L. Kulturno-istoricheskiye osobennosti statusa muzhchin i zhenshchin v tadjikskom obshchestve: Tadjikistan na puti k gendernomu ravenstvu [Cultural and historical features of men and women status in Tajik society: Tajikistan on the way to gender equality]. - D., 2003, p.11
9. Zoirov R. – Gendernaya ekspertiza Konstitutsii Respubliki Tadjikistan [Gender expertise of the Constitution of the Republic of Tajikistan.] // Zhenskiye i genderniye issledovaniya v Tadjikistane [Women and gender studies in Tajikistan]. D. 2000, p.7 [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.055>

Корнеева А.Ю.

Аспирант, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

#### КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВАНИЯ АНАЛИЗА КОЛЛЕКТИВНОЙ ПАМЯТИ В ЕВРОПЕЙСКОМ ДИСКУРСЕ

##### Аннотация

В статье представлен анализ коллективной памяти с точки зрения философских концептов (феноменологического, культурно-исторического и герменевтического) на примере работ европейских исследователей коллективной памяти начала XX века и современности (М. Хальбвакса, Я. Ассманна, С. Сак). Проведенный анализ обусловлен интересом к изучению феномена коллективной памяти, к способности памяти формировать социальную идентичность за счет трансляции культурных и традиционных особенностей из поколения в поколение, а также к возможности переосмысления социумом своего прошлого для самоидентификации на любом этапе исторического развития.

**Ключевые слова:** коллективная память, идентичность, социальная память, социальная идентификация, память.

Korneeva A.Yu.

Postgraduate student, National research Tomsk polytechnic university

#### CONCEPTUAL BASIS OF COLLECTIVE MEMORY ANALYSIS IN EUROPEAN DISCOURSE

##### Abstract

The article presents the analysis of collective memory from the point of view of philosophical concepts (phenomenological, cultural, historical and hermeneutic) on the example of the works of European researchers of collective memory in the early twentieth century and modernity (M. Halbwachs, J. Assmann, S. Sak). The analysis is caused by the interest in studying the phenomenon of collective memory, the ability of memory to form social identity through the transmission of cultural and traditional features from generation to generation, as well as the possibility of the society to rethink its past for further self-identification at any stage of historical development.

**Keywords:** collective memory, identity, social memory, social identification, memory.

Память является одной из важнейших составляющих человеческой психики и играет огромную роль для каждого отдельного индивида и для общества в целом, поскольку именно посредством памяти человек способен запоминать, сохранять и воспроизводить накопленный опыт. Человеческое сознание существует благодаря памяти, соединяющей прошлое и настоящее, и позволяющей предвидеть будущее. Память распространяется на индивидуальном и коллективном уровнях человеческой психики, благодаря чему становится возможным оперирование такими понятиями, как «индивидуальная память» и «коллективная память».

### Феномен коллективной памяти и социальной идентичности

Современный исследователь коллективной памяти Т.П. Емельянова дает следующую интерпретацию понятия: «коллективная память – это средство сохранения социально значимой информации, без которой невозможно существование общества в целом, социальных групп и отдельных индивидов, входящих в общество [3].» Автор [3] отмечает, что устойчивость и целостность социального взаимодействия зависит от успешного функционирования коллективной памяти, и утверждает, что память (индивидуальная и коллективная) – это не просто отпечаток событий прошлого, а один из элементов менталитета.

Коллективная память, как «совокупность действий, предпринимаемых коллективом или социумом, по символической реконструкции прошлого в настоящем [5, С. 17]», тесно связана с формированием *индивидуальной и коллективной идентичности* посредством традиций, культуры и общих представлений, разделяемых социумом.

Немецкий психоаналитик Э. Эриксон объясняет понятие *идентичности* как «твердо усвоенный и личностно принимаемый образ себя во всем богатстве отношений личности к окружающему миру; чувство адекватности и стабильного владения личностью собственным "я" независимо от изменений "я" и ситуации [7, С. 76].» Современный польский социолог Б. Миштал в своей работе «Теория социального запоминания» [8, С. 37] определяет *идентичность* как «осознание личностью своей принадлежности к определенной группе» и указывает, что идентичность является своеобразным эпицентром жизни каждого индивида. Автор [8, С. 41] отмечает важность индивидуальной памяти (как первичного источника коллективной) в своей способности подпитывать коллективную память на любом из ее этапов – пока живы индивиды, о которых идет речь, и пока они активно вспоминают свой опыт прошлого.

Онтологический ракурс изучения коллективной памяти дает возможность рассматривать данный феномен с точки зрения философских концептов – феноменологического, культурно-исторического и герменевтического. Феноменологический подход носит дескриптивный характер и предполагает исследование данностей первичного опыта (феноменов). Культурно-исторический метод исследования опирается на изучение структуры культурного сознания социума и на сопоставление различных исторических эпох. Герменевтический подход интерпретирует культурные явления сквозь призму философского анализа посредством наблюдения окружающей действительности через культуру.

Рассмотрим данные концепты философского анализа на примере работ европейских ученых, занимающихся изучением коллективной памяти – французского философа и социолога М. Хальбвакса, немецкого египтолога и историка религии и культуры Я. Ассманна, турецкого исследователя коллективной памяти и урбанистики С. Сак.

#### Феноменологический концепт анализа коллективной памяти

Исследование феномена коллективной памяти впервые нашло отражение в работах французского философа и социолога М. Хальбвакса. Хальбвакс обратил внимание на *социальную обусловленность* памяти, и полагал, что без социального контекста формирование и хранение памяти не представляется возможным. Позднее Хальбвакс пришел к выводу, что человеческая память способна транслировать воспоминания не просто отдельно взятых людей, но и *коллективный опыт* социума. «Индивиду доступны два типа памяти... С одной стороны, его воспоминания вписываются в рамки его личности или его личной жизни... С другой стороны, в определенные моменты он способен вести себя просто как член группы, вызывая в памяти и поддерживая безличные воспоминания в той мере, в какой они затрагивают его группу [6, С. 73].»

Хальбвакс разграничил понятия «история» и «память», отметив, что данные феномены воспроизводят различные характеристики прошлого. Память подчеркивает *связь* между прошлым и настоящим, а история акцентируется на их *различии*, тем самым разрывая эту связь. «Коллективная память не совпадает с историей... История обычно начинается в тот момент, когда заканчивается традиция, когда затухает или распадается социальная память. Пока воспоминание продолжает существовать, нет необходимости фиксировать его... Потребность написать историю того или иного периода, общества и даже человека возникает только тогда, когда они уже ушли так далеко в прошлое, что у нас мало шансов найти вокруг себя многих свидетелей, сохраняющих о них какое-либо воспоминание [6, С. 84].»

Механизм функционирования коллективной памяти позволяет человеку наделять исторические события определенным статусом, превращая их в источник нравственной рефлексии и формируя эмоциональную привлекательность эвентов прошлого для социума.

#### Культурно-исторический концепт анализа коллективной памяти

Идея М. Хальбвакса о важности социального взаимодействия при формировании памяти прослеживается в работах немецкого историка религии и культуры Я. Ассманна: «...Индивид, воспитанный в полном одиночестве, не имел бы памяти. Память возникает у человека лишь в процессе его *социализации* и, хотя памятью обладает всегда лишь отдельный человек, эта память *сформирована коллективом*... [2, С. 27].»

Ассманн выделяет три уровня времени, идентичности и памяти (индивидуальный, социальный, культурный), причем *коллективную* память автор *подразделяет* на *культурную* и *коммуникативную*. По мнению Ассманна [2, С. 43], коммуникативная память представляет собой устную традицию, которая берет начало из пережитого опыта прошлого и актуализируется в контексте повседневного межличностного взаимодействия. Культурная память, в свою очередь, является формализованной традицией, которая выходит за рамки опыта отдельных индивидов и групп и выражается в памятных датах, местах, церемониях, а также в письменных, изобразительных, монументальных памятниках.

На основе изучения древних цивилизаций, Ассманн объясняет генезис культурной памяти феноменом смерти и ритуалами ее сопровождения: «Понятие прошлого возникает, когда осознается граница между вчера и сегодня. Смерть – «первичный опыт» для осознания этой границы, а воспоминания, связанные с умершими, дают начало культуре воспоминаний [2, С. 75].» Культурная память являет собой континуальный процесс, при котором каждая социальная группа формирует и реконструирует представление о себе и собственной идентичности.

Культура состоит в неразрывной взаимосвязи с социумом, программируя человеческую деятельность, устанавливая нормы и правила общественного поведения и общения, формируя условия воспроизведения и изменения социального существования. Культурные элементы общества представляют собой важнейшую составляющую формирования человеческой личности и могут транслироваться от поколения к поколению посредством коллективной памяти.

#### Герменевтический концепт анализа коллективной памяти

Культура, как обязательный элемент жизни любого общества, существует не только в условиях глобального мира, но и находит свое отражение в рамках локальных территорий. Исследователь коллективной памяти и урбанистики С. Сак отмечает быстрые преобразования, которым подвергаются многие современные города и которые наносят урон памяти. По мере того, как меняются урбанистические структуры и пространства, обществом утрачивается значимость и ценность восприятия городов, что приводит к повреждениям коллективной памяти по отношению к городскому пространству. «При отсутствии мер по сохранению коллективной памяти о городском пространстве, можно говорить об ее утрате в будущем, обусловленной отсутствием носителей такой памяти и поверхностным восприятием городов [9, С. 27].»

Автор предлагает концепцию сохранения коллективной памяти о городском пространстве при помощи киберпространства. Сак указывает на существующую взаимосвязь *коллективной памяти, городского пространства и киберпространства*, полагая, что киберпространство лучшим образом презентует современный характер памяти и места, а также создает, так называемую, «внешнюю» коллективную память о городе, выходящую за пределы реального городского пространства. В своих работах С.Сак стремится интерпретировать киберпространство как «средство усиления взаимосвязи между людьми и городами, а не как способ подчинения разума бессмысленной антиутопии цифровой культуры [9, С. 34].»

В условиях современной тенденции глобального слияния культур важно стремиться к сохранению самобытности и к предупреждению исчезновения коллективной памяти. Сохранение коллективных воспоминаний общества возможно за счет периодической пере-интерпретации социумом своего прошлого с утратой эффекта новизны таким образом, чтобы нововведения представляли собой продолжение исторической традиции. Прошлое должно постоянно подвергаться реорганизации, не претерпевая при этом кардинальных перемен, и давая социуму возможность собственной идентификации на любом из его этапов [4, С. 103]. Немецкий историк и культуролог А. Ассманн в своей книге «Длинная тень прошлого» [1, С. 290] излагает «правила толерантного обращения с коллективной памятью»:

- выявление различий между субъективными воспоминаниями индивидов и объективными аргументами действительности;
- запрещение оправдания одной вины за счет другой;
- отсутствие конкуренции среди жертв исторических событий;
- приоритетность инклюзивного воспроизведения событий, с отсутствием в них пробелов, сформированных обидами;
- контекстуализация;
- разработка идентификационных рамок личностной идентичности.

В работе автор [1, С. 220] приводит пример Второй мировой войны и Холокоста, которые до сих пор откладывают отпечаток на немецкое общество. Травматическая память этих событий разделяет мировой социум на «жертв», со свойственной им героизацией предков, и «преступников» с чувством коллективной вины за действия своих предшественников, практиками вытеснения, замалчивания и подмены воспоминаний о прошлом. Ассманн призывает мировое общество к переосмыслению исторических событий, активному взаимодействию и открытому диалогу для развития толерантного отношения к представителям других наций и для формирования адекватной социальной идентичности.

Любой человек является носителем не только индивидуальной, но и коллективной памяти. Именно за счет *коллективной памяти* социум имеет представление о своем прошлом, идентифицирует себя в настоящем и создает будущее для следующих поколений. Формирующаяся посредством коллективной памяти личностная *идентичность* позволяет людям осмысливать свою принадлежность к определенной социальной группе, культуре, нации и адекватно оценивать себя в рамках окружающей действительности.

#### Список литературы / References

1. Ассманн А. Длинная тень прошлого: мемориальная культура и историческая политика / А. Ассманн; пер. с нем. Б. Хлебникова. – М.: Новое литературное обозрение, 2014. – 328 с.
2. Ассманн Я. Культурная память. Письмо, память о прошлом и политическая идентичность в высоких культурах древности / Я. Ассманн. – М.: Языки славянской культуры, 2007. – 368 с.
3. Емельянова Т. П. Коллективная память в контексте обыденного политического сознания [Электронный ресурс] / Т. П. Емельянова // Информационно-гуманитарный портал «Знание. Понимание. Умение». – 2012. - №4 (июль – август). – URL: [http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2012/4/Emelianova\\_Collective-Memory/](http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2012/4/Emelianova_Collective-Memory/) (дата обращения: 10.05.2017).
4. Лойко О. Т. Память о прошлом как ресурс социальной идентичности // О. Т. Лойко // Историческое сознание и социальная память в условиях конфликта цивилизаций: Сборник статей / Международная научная конференция. Саратов: ИЦ Наука, 2015. – С.102-105.
5. Трубина Е. Г. Город в теории: опыты осмысления пространства / Е.Г. Трубина. М.: Новое литературное обозрение, 2011. – 520 с.
6. Хальбвакс М. Социальные рамки памяти / М. Хальбвакс. Пер. с фр. и вступ. статья С.Н. Зенкина. – М.: Новое издательство, 2007. – 264 с.
7. Эриксон Э. Идентичность: юность и кризис / Э. Эриксон. Пер. с англ., общ. ред. и предисл. А. В. Толстых. – М.: Прогресс, 1996. – 278 с.

8. Misztal B. Theories of Social Remembering / B. Misztal. – Philadelphia: Open University Press, 2003. – 200 p.
9. Sak S. Cyberspace as a Locus for Urban Collective Memory / S. Sak. Ph.D. Dissertation. – Ankara: Bilkent University, 2013. – 181 p.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Assmann A. Dlinnaja ten' proshlogo: memorial'naja kul'tura i istoricheskaja politika [Long Shadow of the Past: Memorial Culture and Historical Policy] / A. Assmann; per. s nem. B. Hlebnikova [Translation from German is prepared by B. Khlebnikov]. – M.: Novoe literaturnoe obozrenie, 2014. – 328 p. [in Russian]
2. Assmann Ja. Kul'turnaja pamjat'. Pis'mo, pamjat' o proshlom i politicheskaja identichnost' v vysokih kul'turah drevnosti [Cultural Memory. Literature, Memory about the Past and Political Identity in High Ancient Cultures] / Ja. Assmann. – M.: Jazyki slavjanskoj kul'tury, 2007. – 368 p. [in Russian]
3. Emel'janova T. P. Kollektivnaja pamjat' v kontekste obydenogo politicheskogo soznanija [Collective Memory in the context of ordinary political consciousness] [Electronic resource] / T. P. Emel'janova // Informacionno-gumanitarnyj portal «Znanie. Poniemie. Umenie» [Informative-humanitarian portal "Knowledge. Comprehension. Skill"]. – 2012. – №4 (ijul' – avgust). – URL: [http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2012/4/Emelianova\\_Collective-Memory/](http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2012/4/Emelianova_Collective-Memory/) (accessed: 10.05.2017). [in Russian]
4. Lojko O. T. Pamjat' o proshlom kak resurs social'noj identichnosti [Memory about the Past as a recourse of social identity] // O. T. Lojko // Istoricheskoe soznanie i social'naja pamjat' v uslovijah konflikta civilizacij: Sbornik statej [Historical Comprehension and Social Memory in condition of the civilizations' conflict: collection of the articles] / Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija. [International scientific conference]. Saratov: Nauka, 2015. – P.102-105. [in Russian]
5. Trubina E. G. Gorod v teorii: opyty osmyslenija prostranstva [City in the theory] / E.G. Trubina. M.: Novoe literaturnoe obozrenie, 2011. – 520 p. [in Russian]
6. Hal'bvaks M. Social'nye ramki pamjati [Social Frames of Memory] / M. Hal'bvaks. Per. s fr. i vstup. stat'ja S.N. Zenkina [Translation from French and Introduction are prepared by S.N. Zenkina]. – M.: Novoe izdatel'stvo, 2007. – 264 p. [in Russian]
7. Jerikson Je. Identichnost': junost' i krizis [Identity: youth and crisis] / Je. Jerikson. Per. s angl., obshh. red. i predisl. A. V. Tolstyh [Translation from English, General Edit and Introduction are prepared by A.V. Tolstyh] . – M.: Progress, 1996. – 278 p. [in Russian]
8. Misztal B. Theories of Social Remembering / B. Misztal. – Philadelphia: Open University Press, 2003. – 200 p.
9. Sak S. Cyberspace as a Locus for Urban Collective Memory / S. Sak. Ph.D. Dissertation. – Ankara: Bilkent University, 2013. – 181 p.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.114>

Кучуков М.М.

ORCID: 0000-0002-9510-8676, профессор; доктор философских наук,  
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. Кокова В.М.

**ЭТНИЧНОСТЬ: СОЦИАЛЬНАЯ СУЩНОСТЬ И СУЩЕСТВОВАНИЕ**

*Аннотация*

*На рубеже веков проблемы, связанные с сосуществованием этнических общностей, их отношений с государственностью, изменили образ жизни мировой цивилизации. Характерными стали процессы хаотизации общественной жизни. Актуальность приобрела проблема понимания социальной природы этничности. В статье дана интерпретация обозначенной проблемы, обосновывается суждение, что этнос это не столько осознающая себя культурно-языковая общность, а сколько форма реального существования социума в единстве общих и специфических черт. Этничность является базисным феноменом, существующим как развивающийся спектр потенциалов, определяющих возможное содержание социальности.*

**Ключевые слова:** этничность, нация, социальность, социальная субъектность, социальный организм.

Kuchukov M.M.

ORCID: 0000-0002-9510-8676, Professor; PhD in Philosophy,  
Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov

**ETHNICITY: SOCIAL ESSENCE AND EXISTENCE**

*Abstract*

*At the turn of the century, the problems associated with the coexistence of different ethnic communities and their relations with the state changed the way of life of the world civilization. The processes of chaotization of public life have become a characteristic feature of the modern world. The problem of understanding the social nature of ethnicity has become relevant. The article gives an interpretation of the indicated problem, substantiates the idea that ethnicity is rather a form of real existence of the society in the unity of common and specific features than self-aware cultural and linguistic community. Ethnicity is a basic phenomenon existing as a developing spectrum of potentials that determine the possible content of sociality.*

**Keywords:** ethnicity, nation, sociality, social subjectivity, social organism.

**П**роблема сущности и существования нации, природы этничности в последние два десятилетия стала обязательным элементом концептуальных обществоведческих исследований. Популярными в десятилетия смутного времени представления об этнических явлениях и процессах не стали основой для адекватной интерпретации, понимания коллизий, связанных с этничностью. Попытки решить проблему, отказываясь от понятия

«нация» для определения одной из исторических форм развития этнических общностей, или же сведя этничность к биологическим и иррациональным явлениям, ничего позитивного не дали.

Одним из возможных вариантов решения проблемы может быть определение содержания понятия «этничность» в контексте структурирования социально-философской картины мира. Понятие этничности может функционировать в социально-философских исследованиях, указывая на место и роль этноса в существовании и развитии социального мира или же социальности. Понятие «социальность» при этом не имеет категориальной определенности, её используют в разном контексте. Понятие «социальность» имеет смысл при её использовании для определения аспекта культуры существования человека на основе выработанных социумом норм и правил, способов и форм коллективной деятельности. Как категория в системе социальной философии, социальность существует, устанавливая систему предписаний, усвоенных человеком и предопределяющих его поведение. По своей природе социальность существует как нечто надындивидуальное, трансцендентальное и константное, диктующее параметры функционирования социума. Общество, социальные организмы, историчны и индивидуальны, основой этого является качество человеческого материала, усвоенные способы и механизмы реализации социального бытия. И этот феномен реализуется и проявляется в особенностях самоорганизации и самоуправления, в государственности, в духовной жизни, в отношении к окружающей среде.

Развитие человечества, будучи многосторонним процессом, проявляется: а) в росте народонаселения, т.е. видовом существовании в относительной независимости от других природных процессов; б) в развитии социальности, которое реализуется в феномене творения способа жизнедеятельности и передаче его следующим поколениям. Этот процесс осуществляется в определенных формах совместной жизнедеятельности людей, т.е. субъектом социальности является общность предназначенного, определенного типа. Эта общность создает и сохраняет способы и механизмы организации общественной жизни.

Носителем социальности в конечном итоге, несомненно, является человечество в целом. Но целостным субъектом деятельности, творящим социальность, человечество становится лишь на определенной стадии своего развития. Ко второй половине XX века существование человечества в основных сферах общественной жизни стало единым и взаимосвязанным. Р. Арон, выдающийся французский социолог, в 1969 г. сделал вывод о том, что: «Впервые человечество переживает одну и ту же историю. Сейчас это стало совершенно очевидным и банальным» [1, С. 61]. Единство человеческой истории является предпосылкой формирования субъективного единства. Необходимость такой целостности осознано в различных формах мировоззрения. А.Печчеи, создатель Римского клуба, к концу семидесятых годов пришел к выводу, что ближайшей целью человечества является - создание мирового сообщества [2]. К такому же выводу пришел в 90-х годах исламский религиозный деятель Гулям Сакхем. [3, С. 76]. Но в конце XX века человечество столкнулось с одним из самых острых кризисов в своей истории. Была создана идеология глобализации, которая ближайшее будущее рисовала как процесс возникновения нового мироустройства, более управляемого, справедливого и свободного общества. Однако глобализация проявилась совершенно другими процессами, такими как хаотизация социальной жизни на всех возможных уровнях существования общества, перманентной кризисности, потерей смысложизненных ориентаций. При этом наиболее острые противоречия и противостояния возникли в сфере национальной жизни, межнациональных отношений. Глобализация в настоящее время проявилась как попытка заимствования образа жизни, присущего странам Запада, в экономике, политике, образовании и культуре.

В предшествующие века и тысячелетия развитие социальности осуществляется в других формах организации общественной жизни. Исторически первой формой кооперации деятельности, носителем и творцом социальности были родоплеменные общности. В современной социологии нет общепринятого понятия для определения единицы, монады всемирно-исторического процесса, в деятельности которого возникает и развивается многообразие социальной жизни после распада родовой общины. В марксистской социологии в основе описания исторического процесса лежит понятие «общественно-экономическая формация». В западной социологии всемирная история - это или существование отдельных культур и цивилизаций, или же религиозные концепции истории человечества. Но при описании исторического процесса, конкретных событий во всех социологических теориях объектом исследования становится страна, государство, которое соотносится с тем или иным этносом. При этом любое государство, как правило, упоминается вместе с этносом, или название государства совпадает с этнонимом, или же о государстве говорится, как о принадлежащем тому или иному народу. Таким образом, государственная организация, носителем которой является тот или иной этнос, приходит на смену родоплеменному строю. В этнологии и социологии является общепринятым положение о одновременности и взаимозависимости в формировании этносов и государственно-территориальных образований, о совпадении их пространственных и демографических границ. В дальнейшем это единство нарушается и существует как исключение. Человечество в последние 5 - 6 тысяч лет существует в форме сосуществующих государственно-территориальных общностей и одновременно системы сосуществующих этносов. В философии истории, социологии формой существования человечества, субъектом социальности считается, как отмечалось выше, социальный организм или же государство. Этнос же рассматривается как нечто вторичное, полностью зависимое от социально-экономических и политических процессов. О самостоятельной роли этносов, в особенности на национальном этапе их развития, говорят процессы в этой сфере общественной жизни в различных регионах и условиях. В то же время в современной социологии и этнологии, в теории управления господствуют традиционные для середины XX века взгляды, оттесняющие этносы на периферию бытия человечества. Отличные от этой позиции взгляды существовали и в прошлом, во второй половине XIX - начале XX века. Штейнталь, один из создателей теории психологии народов, пришел к выводу, что человек в любой естественный союз входит через посредство народа и человечество « есть именно деление на народы, и развитие человеческого рода связано с различением народов» [4, С. 70]. Другой известный этнолог Л.Н.Широкогоров указывал, что этнос - это форма «в которой происходит процесс созидания, развития и смерти элементов, дающих возможность человечеству как виду существовать» [5, С. 495].

Становление надбиологических, социальных способов жизнедеятельности, формирование социальности происходило в границах локальных сообществ, существующих в конкретных социоприродных условиях, и результатом было возникновение общностей, осознанных как этносы, народы и в последующем нации. Таким образом, был дан старт цивилизационному развитию человечества, где основой каждой локальной культуры, развития цивилизации являлась общность, определяющаяся формой социальности и особыми признаками, в которых и существует этничность. Существование человечества происходило и происходит в деятельности народов, ставших формой существования носителя, субъекта социальности. Народы, являющиеся общностями, обеспечивающими межпоколенные связи и наследственность, сохраняли, накапливали и развивали социальность. Именно этносы и выполняли субстанциональную роль в процессах возникновения социальных организмов, в деятельности которых существовало и развивалось человечество. Каждый определенный этнос – это, в то же время, определенность социальности, где происходит процесс культурно-исторического наследования. История каждого народа свидетельствует о том, что только этничность является феноменом относительно вневременным и постоянным. В то же время в пространственных и временных границах существования народов не единожды меняется территория проживания, формы политической организации, культура. В периоды качественных изменений общественной жизни все новации осуществляются от имени того или иного народа и на основе исторического опыта этноса.

Функции этничности заключаются в проявлении своеобразного кода структурирования социума, легитимации создаваемых организационных форм и в отказе от всего того, что не освоено как собственный опыт этноса. В видимой и явной форме этнос определяет формирование социума на этапе своего национального существования. Субстанциональная роль нации более видна при анализе отдельных сфер жизнедеятельности социума. Так, создание духовных ценностей, литературы и искусства, художественное освоение мира реализуются в национальной форме. И констатация этого явления, как правило, не вызывает возражения. Но интересно то, что развитие естествознания так же испытывает в определенных аспектах влияние исторического опыта этноса, и даже построение предельно абстрактных, теоретических картин мира находится под непреодолимым влиянием этничности. Г. Д. Гачев в серии работ доказывает существование национальных образов мира. На основе анализа четырех трактатов по гидростатике (Архимед, Стэвин, Паскаль, Галилей) он сделал вывод о существовании «разнонациональных начал гидростатики» [6, С. 133].

Традиционно этничность интерпретируется как форма социальной организации культурных различий. Её основой полагают комплекс культурных черт, которые объединяют членов того или иного этноса и отделяют их от других общностей. Создание разных интерпретаций этничности происходило на основе преимущественного обращения к таким явлениям, как социальные и политические процессы, формирование идентичности, проявление конфликтности, расовые отношения, государственное строительство и др. Этничность, как правило, рассматривается как феномен, создающий разделительную линию между различными социумами. Но это также явление, которое отражает в функционировании, в процессе реализации основные механизмы возникновения и существования общества. В этом отношении более адекватными были взгляды на этничность английского социолога и одного из основателей этнографии Бронислава Малиновского. Бронислав Малиновский рассматривал этнообразующую культуру (этничность), как системную совокупность многих институтов, связанных исполняемыми функциями, обеспечивающими удовлетворение и первичных биологических потребностей, и вторичных, порожденных культурой [7].

Этничность проявляется и существует: в механизмах регулирования межличностных и групповых отношений; в традициях, детерминирующих во многом функционирование социума; в ценностно определяемых, устойчивых и признанных формах деятельности; в формировании стабильной психологической среды деятельности. И самое главное, этничность становится практически единственной базой самоорганизации и самоопределения в периоды разрушения социальности, хаотизации общественной жизни.

#### Список литературы / References

1. Арон Р. Мнимый марксизм / Р. Арон. – М., 1993. – 540 с.
2. Печчеи А. Человеческие качества [Электронный ресурс] / А. Печчеи. – М., 1985. – URL: <http://chrome-extension://mhjfbmdgcfjbbpaeojofhofeeggiehjai/index.html> (дата обращения: 13.07.2017).
3. Сакхем Гулям. Будущее человечества. Исламский прогноз / Гулям Сакхем // Свободная мысль. – 1992. – № 6. – С. 73-87.
4. Шпет Г. Г. Сочинения / Г. Г. Шпет. – М., 1989. – 567 с.
5. Гумилев Л. Н. Этногенез и биосфера Земли / Л. Н. Гумилев. – Л., 1990. – 577 с.
6. Гачев Г. Д. Наука и национальные культуры / Г. Д. Гачев. – Ростов-на-Дону, 1992. – 433 с.
7. Малиновский Б. Избранное: Динамика культуры [Электронный ресурс] / Б. Малиновский. – М., 2015. – URL: <http://iknigi.net/avtor-bronislav-malinovskiy/102714-izbrannoe-dinamika-kulturybronislav-malinovskiy.html> (дата обращения: 10.07.2017).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Aron R. Mnimyj marksizm [Pseudo marxizm] / R. Aron. – M., 1993. – 540 p. [in Russian]
2. Pechchei A. Chelovecheskie kachestva [Human features] [Electronic resource] / A. Pechchei – M., 1985. – URL: <http://chrome-extension://mhjfbmdgcfjbbpaeojofhofeeggiehjai/index.html> (accessed: 13.07.2017). [in Russian]
3. Sakhem Guljam. Budushhee chelovechestva. Islamskij prognoz [Future of the mankind. Islamic prognosis] / Guljam Sakhem // Svobodnaja mysl' [Free thought]. – 1992. – № 6. – P. 73-87. [in Russian]
4. Shpet G. G. Sochinenija [Essays] / G. G. Shpet. – M., 1989. – 567 p. [in Russian]
5. Gumilev L. N. Etnogenez i biosfera Zemli [Ethnogenesis and Biosphere of the earth] / L. N. Gumilev. – L., 1990. – 577 p. [in Russian]

6. Gachev G. D. Nauka i natsionalnye kul'tury [Science and national cultures] / G. D. Gachev. – Rostov-na-Donu, 1992. – 433 p. [in Russian]

7. Malinovskij B. Izbrannoe: Dinamika kul'tury [Selected works: Dynamics of the culture] [Electronic resource] / B. Malinovskij. – M., 2015. – URL: <http://iknigi.net/avtor-bronislav-malinovskiy/102714-izbrannoe-dinamika-kultutybronislav-malinovskiy.html> (accessed: 10.07.2017). [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.116>

Леденева Е. В.<sup>1</sup>, Монин М. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0001-9867-369X, кандидат философских наук, доцент по кафедре истории и философии, доцент кафедры философии и биоэтики Первого МГМУ им. И. М. Сеченова

<sup>2</sup>ORCID: 0000-0001-7304-0896, кандидат философских наук, доцент кафедры культурологии ПСТГУ

# БИОЭТИКА КАК ЭТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

*Аннотация*

*В статье рассматривается ситуация возникновения биоэтики, факторы, которые способствовали ее оформлению в качестве отдельной дисциплины в 70-х гг. XX века. Авторы раскрывают также внутреннюю парадоксальность биоэтики: ее предпосылки, можно сказать, конфликтуют друг с другом, и эта конфликтность не может быть элиминирована. Биоэтика не может предложить обществу простых правил и четких законов, что, впрочем, не лишает данную дисциплину ее значимости и не отменяет ее нужности.*

**Ключевые слова:** биоэтика, открытая система, биомедицинская этика, принципы биоэтики, границы человека, автономия пациента, технизация.

Ledeneva E.V.<sup>1</sup>, Monin M.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0001-9867-369X, PhD in Philosophy, Associate Professor in the Department of History and Philosophy, Associate Professor of the Department of Philosophy and Bioethics of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

<sup>2</sup>ORCID: 0000-0001-7304-0896, PhD in Philosophy, Associate Professor, Cultural Studies Department, Saint Tikhon's Orthodox University

# BIOETHICS AS ETHICAL TECHNOLOGY AND BIOLOGICAL POLICY

*Abstract*

*The article considers the bioethics and the factors that contributed to its emergence as a separate discipline in the 70s of XX century. The authors also discuss the internal paradox of bioethics: Its prerequisites, one might say, conflict with each other and this conflict cannot be eliminated. Bioethics can't offer simple solutions and clear regulations, which, however, does not deprive this discipline of its importance and does not negate its necessity.*

**Keywords:** bioethics, open system, biomedical ethics, principles of bioethics, human boundaries, patient autonomy, technization.

Было бы упрощением представлять биоэтику как традиционную этику, являющуюся разделом философии, но с расширенным предметом, включающим в себя помимо человека и другие «проявления жизни» а также целые биоценозы. Подобным же упрощением было бы рассматривать биоэтику исключительно в контексте «гуманизации биологии», т. е. привнесения в предмет биологии «ценностного измерения», что превратило бы ее в какой-то мере в гуманитарную науку.

Бесспорно, в биоэтике присутствует и первый и второй аспекты, но ее актуальность и исследовательский потенциал связаны с тем, что оба они неразрывно связаны с растущей технизацией как научного знания, так и большинства областей человеческой практики, включая все более глубокое и многостороннее воздействие этих практик на различные проявления жизни, в том числе и в форме лечебной практики. Отсюда – практическая применимость и конкретность ожидаемых от биоэтики рекомендаций, ее отказ от отрицательных, в принципе, рекомендаций классической философской и религиозной этики.

Таким образом, проблемным полем биоэтики оказывается не соединение «этического» и «биологического», а соединение «этического» и «биологического» на фундаменте «технического», т. е. того, что по определению противоположно и этике, и биологии. Именно подобного рода синтез – в качестве исходной проблемной ситуации биоэтики – являет собой ее теоретическую невозможность и практическую необходимость.

Биоэтика – весьма молодая дисциплина. Она заявляет о себе в 70-е годы XX века<sup>5</sup>. Перечислим факторы, послужившие предпосылками ее формирования и тем интеллектуальным контекстом, в котором она сложилась.

1. Во-первых, на протяжении XX века меняются акценты в самих биологических науках. Приблизительно до рубежа XIX-XX веков биологи изучали организм, а потом (позднее) приходит понимание того, что живое – это целостность, система, в которой все связано со всем. Зарождается, а во второй половине XX века получает распространение и признание наука экология, биоэтике, безусловно, родственная. Акцент смещается с организмов на изучение систем надорганизменного уровня (популяций, сообществ организмов, экосистем). Знаковым является рождение такого понятия как «биосфера», которое как раз на эту общность живого и указывает.

Позднее, в 70-е годы, Джеймс Лавлок [13] формулирует так называемую гипотезу Гайи, согласно которой планету, на которой мы живем, можно рассматривать в качестве живого существа (организма). Поясняя свою мысль, Лавлок предлагает взглянуть на дерево: большая часть его клеток не является биологически активными, живые клетки находятся в основном в тонком слое между корой и древесиной. Тем не менее, мы называем дерево живым, и оно растет и ведет себя как живой объект. Аналогичным образом дело обстоит с Землей: доля органических существ в

<sup>5</sup> Впервые употребляет термин «биоэтика» Ван Ранселер Поттер в работе «Биоэтика. Мост в будущее» в 1971 году [7]



составляющей ее массе ничтожна, но не будь этой тонкой, почти невесомой «пленки» – почва и атмосфера были бы совсем другими, вся планета в целом представляла бы нечто совсем иное (то есть, эта тонкая оболочка задает принципы существования системы в целом).

2. Во-вторых, к концу XX века меняется облик науки в целом, меняется научная парадигма, то есть то, на какие образцы и эвристические модели она ориентируется в своих поисках. Когда-то, в XVII веке, первой наукой, которой удалось четко сформулировать свои принципы, была физика. Законы движения и взаимодействия простых физических тел стали ядром классической физики (шары, сталкиваемые Галилеем с наклонной плоскости, маятники, часы и тому подобное). А физика, в свою очередь, определяющим образом влияла на другие области знания, которые стали формироваться позднее. Это относится и к наукам о живом (они брали из физики свои образцовые модели)<sup>6</sup>.

В XX веке биология осознает специфику своего предмета: принимает всерьез тот факт, что организмы плохо поддаются объяснению, если толковать их по аналогии с механизмами или сводить к иным, не механическим явлениям, которые описывает физика. В частности, в 60-е годы появляется теория систем Берталанфи [12]. Автор этой теории обращает внимание на тот факт, что для живых систем не работает второй закон термодинамики. Согласно этому закону, системы всегда развиваются от состояния с большей упорядоченностью к состоянию с меньшей упорядоченностью, а общий уровень энтропии системы повышается. В живых системах наблюдается обратное: здесь уровень организации может расти, а энтропия уменьшаться.

Физика, рассматривая тот или иной процесс, предполагает, что система является закрытой, то есть энергия в нее не поступает и не покидает ее. Для случаев, с которыми она имеет дело, это является неким продуктивным упрощением. Но живое – это всегда открытая система (система, находящаяся в неравновесном состоянии), она потребляет и выделяет энергию (метаболизм). При условии притока новой энергии у системы могут появляться новые свойства (эмерджентность), у нее могут обнаружиться свойства, которые нельзя вывести из свойств элементов, составляющих систему.

Разумеется, энтропия системы может уменьшаться, а уровень организации системы расти в том случае, когда приток энергии в систему увеличивается. Но если рассматривать живую систему как закрытую систему, то мы попросту упустим ее специфику. Таким образом, во второй половине XX века теоретики науки осознали, что для описания живого модели, взятые из физики, не подходят. И более того, обнаружилось, что если модели, взятые из биологии, перенести на неживые системы, то это может оказаться продуктивным. В частности, теория самоорганизации систем Берталанфи рассматривает не только живые системы, но и любые открытые системы в неравновесном состоянии.

В каком-то смысле ситуация перевернулась по сравнению с ситуацией классической науки XVII–XVIII веков. Теперь биология может претендовать на то место, которое ранее занимала физика, потому что из живого возможно истолковать неживое (как это было некогда во времена Аристотеля). Оказывается возможной и востребованной некая «биофилософия», наука, которая исполняла бы роль чего-то вроде метафизики (или же метанауки) – ту роль, которую во времена Декарта и Ньютона играла математика и механика.

3. В-третьих. В XX веке в связи с ростом технической цивилизации приходит понимание того, что человечество, с его разумом и преобразовательной активностью, является фактором, существенно влияющим на жизнь планеты; что разум стал одной из сил, определяющих ее эволюцию. Это высказано, в частности, в учении Вернадского [3] о ноосфере. Вернадский понимает ноосферу как новую стадию эволюции биосферы, на которой человечество научится разумно и целенаправленно управлять развитием всего живого на Земле и планеты в целом. По мысли Вернадского, в будущем планета превратится в некое «хозяйство человека».

Другой вариант учения о ноосфере мы найдем у Тейяра де Шардена [8]: его модель представляет собой синтез теории эволюции и христианского креационизма. По мысли отца Тейяра, эволюция является неким направленным процессом, управляемым имманентной самой материи силой. Этот процесс не завершается с появлением человеческих индивидов и индивидуального разума. В будущем, согласно его концепции, человечество, задействовав неорганическое и органическое вещество Земли, станет единой мыслящей сверхличностью (=организмом).

Ван Ранселер Поттер мыслит в том же русле, хотя, пожалуй, гораздо прагматичней. В своей книге «Биоэтика. Мост в будущее» [7] он пишет, что сейчас мы (человечество) находимся не в том положении, чтобы выбирать, продолжать ли вмешиваться в природу или попытаться вернуться к ситуации гармоничного сосуществования с ней, в которой жили наши предки. Время уже ушло, вмешательство имело место, мы уже стали существенным фактором, определяющим эволюцию планеты. И все, что нам остается, это постараться сделать так, чтобы это влияние было разумным. Это требование разумного отношения к природе – пишет Поттер – становится в наши дни вопросом выживания: человечество или научится хозяйствовать рационально, или погибнет вместе с планетой<sup>7</sup>. Поттер не столь оптимистичен, как Вернадский и Тейяр де Шарден: он не видит в таком развитии событий какой-то предопределенности, напротив, подчеркивает, что они могут развиваться как по позитивному, так и по негативному сценарию.

Ван Ранселер Поттер пишет также о необходимости биоэтики как учебной дисциплины. Наша система образования, в силу огромного массива накопленных человечеством знаний, выпускает в жизнь узких специалистов. Поттер полагает, что это неизбежно, но при этом настаивает на том, что такое образование должно быть дополнено преподаванием некой комплексной дисциплины, включающей в себя как весьма широкий срез естественнонаучных знаний, так и философско-гуманитарную составляющую, по сути дела, некую философию, которую Поттер понимает

<sup>6</sup> Собственно, можно сказать, что классическая лапласовская причинность подходит для ситуации простых физических тел, она выведена в наблюдении за такими или подобными ситуациями.

<sup>7</sup> Онколог Поттер сравнивает человечество с раковой опухолью, которая может убить этот организм (Землю). Или так: человечество перед вопросом: мы – опухоль, или мы – разум планеты.

как «мудрость выживания». Цель этого дополнения, научить этих узких специалистов не только *использовать* природу, но и понимать ее как самостоятельную ценность. В противном случае, использовать скоро будет нечего.

4. Однако дело не только в прагматике, не только в том, что человечество, столкнувшись с глобальными экологическими проблемами, задумалось над выработкой стратегии самосохранения. Существенно также и то, что сама человеческая этика эволюционирует. Представитель современной цивилизации, зародившейся в Западной Европе и становящейся все в большей степени общемировой, в этическом плане усложняется, начинает рассматривать как этический субъект не только человека. По факту, границы этического в нашем обществе смещаются.

Так, до относительно недавнего времени было чем-то самоочевидным, что субъектами нравственных отношений могут быть только люди (единичный человек и общество, состоящее из индивидов). Однако в конце XX – начале XXI века мы, в той или иной степени, включаем в круг существ, по отношению к которым можно поступить «хорошо» или «плохо», и *животных также*. Мы склонны видеть в представителях наиболее высокоорганизованных видов подобных нам существ, а также приписываем некое этическое (не сводящееся к пользе для жизнедеятельности человека) значение всему живущему и растущему.

Сейчас мы воспринимаем это как нечто очевидное. Но так было не всегда. Если мы вспомним, каким было человечество еще в XVII-XVIII веке, когда складывались основы нынешней технической цивилизации, то нам придется констатировать, что человек относился к природе как захватчик и потребитель. Эту установку весьма емко выразил в свое время Фрэнсис Бэкон [2], призывая *пытать* природу, выпытывать ее тайны с тем, чтобы использовать их во благо человека (отсюда, собственно, и пошел термин «естествоиспытатель»).

Другой идеолог классической науки, Рене Декарт, в том же XVII веке определяет животное, как механизм. Как известно, у человека Декарт признавал наличие мыслящей и чувствующей души – животные же, согласно его теории, являются просто механизмами. В принципе, согласно Декарту, животное отличается от часов или какой-либо иной машины только уровнем сложности: ему нечем чувствовать, нет инстанции, которая испытывала бы те или иные эмоции, и которую можно было бы наделить каким-то личностным началом. Животное у Декарта – это чистая вещь, природный объект.

Этот картезианский образ животного-машины сформировал в сознании как ученых, так и обычных людей определенный набор способов мышления, но, похоже, что к концу XX века они постепенно начинают пересматриваться (на уровне теоретических воззрений и на уровне массового сознания). Как знак этого, в двадцатом веке мы найдем, например, этику Альберта Швейцера [10], который определяет *зло* как вред, наносимый *любой* жизни, а *добро* – как то, что способствует сохранению жизни любого живого существа. Швейцер, конечно, не уравнивает в этическом плане вред, наносимый человеку и, например, лягушке, но при этом не стремится расположить их на какой-то абсолютной шкале, полагая, что уничтожение любой жизни является убийством, а, следовательно, в каком-то плане, абсолютным злом.

Однако на основании столь простого и однозначного определения добра и зла невозможно построить простую этическую систему. Хотя бы потому, что человек, для того, чтобы жить, должен убивать (вегетарианец также). Впрочем, Альберт Швейцер прекрасно отдает себе отчет в иррациональности сформулированной им этической программы.

В 1975 году выходит знаменитая книга Питера Сингера «Освобождение животных» [14]. Автор этой работы вообще не склонен выстраивать каких-либо иерархий, указывая, скажем, на то, что боль, причиняемая любому живому существу, в принципе, этически равноценна. В 1978 году ЮНЕСКО принимает «Всемирную декларацию прав животных», сама формулировка которой предполагает, что животное есть некий *субъект*, кто-то, а не что-то. В настоящее время в некоторых странах, в частности в Швейцарии, в Германии, уже действуют законы о правах животных.

В 70-е годы XX века заявляет о себе идеология биоцентризма, которая противопоставляет себя традиционному антропоцентризму европейского человека. Представители этого направления, такие как Арне Несс [5] и Линда Грэбер [4], критикуют то, что можно было бы назвать «видовым эгоизмом»: нашу убежденность в том, что все существующее на Земле существует для нас и нашей пользы, что все природные сущности имеют цену только по отношению к человеческому существованию. Этому исконному антропоцентризму противопоставляется идеология биоцентризма, утверждающая равную ценность всего, что живет и дышит, его бытие-для-себя.

Термин «биоэтика» употребляется также и в другом значении, а именно – в значении *медицинской этики*. В предельно узком смысле под «биоэтикой» в этом плане понимают совокупность требований, предъявляемых обществом к медицинскому работнику. Это – этика, регулирующая отношения в социальной ячейке врач-пациент.

У биомедицинской этики существуют принципы и правила, к которым, так или иначе, сводится ее основное содержание. При этом, разумеется, все понимают, что деятельность практикующего врача не может быть полностью и непосредственно регламентирована такого рода правилами. Она слишком сложна в моральном плане и предполагает думающего и принимающего самостоятельные решения индивида.

Однако это всегда было присуще деятельности врача. А биомедицинская этика оформилась как отдельная специфическая дисциплина в те же самые 70-е годы XX столетия. Можно указать как минимум две причины этому.

1. Первую породил многократный рост возможностей самой медицины. К концу XX века ее возможности возросли до таких пределов, какие предшествующие поколения не могли бы себе даже вообразить. Она может, в некоторых случаях, очень долго поддерживать жизнь умирающего от неизлечимой болезни человека. Она может дать ребенка людям, у которых детей не могло бы быть в принципе. Она способна вмешиваться в геном человека, распознать на ранней стадии внутриутробного развития наследственные заболевания и многое другое.

И этот рост возможностей медицинских технологий порождает вместе с собой проблемы, с которыми человечество раньше не сталкивалось.

Например, человечество никогда раньше так пристально не вглядывалось в истоки происхождения человеческой жизни. Этого не требовалось, поскольку беременность понималась как полностью естественный и неконтролируемый

процесс (и на деле являлась таковым). Но если исходить из посылки, что мы за этот процесс отвечаем и можем его контролировать, тогда встает во всей своей остроте вопрос о том, с *какого*, собственно, *момента* корректно и необходимо говорить о *человеке*.

Возможно, это должен быть момент рождения (отделения от организма матери), или момент зачатия, или какая-то фаза формирования человеческого эмбриона (скажем, 40-й или 120-й день). Возникает также вопрос об этическом статусе эмбриона (в том случае, если мы не признаем, что эмбрион есть человек, но считаем его, тем не менее, живым существом). Оказывается актуальным вопрос о том, насколько далеко допустимо зайти в планировании и создании новой жизни (например, как отнестись к экстракорпоральному оплодотворению); вопрос о приемлемости тех или иных манипуляций, связанных с геномом человека. На последний мы не сможем отделаться простым «нет», по крайней мере, в том случае, когда речь идет о возможности предотвращения наследственного заболевания; да и само по себе знание генома конкретного индивида, по сути, уже есть некое вмешательство в природу.

Аналогичное проблемное поле связано и с концом человеческого существования. В свете огромных возможностей современной медицины в ряде случаев вполне актуальным оказывается вопрос, *до какого момента* это – все еще человек, а с какого момента это просто совокупность клеток и тканей (труп<sup>8</sup>). Смерть в наше время перестала быть чем-то очевидным, чем-то, что врач (да и неспециалист также) с легкостью способен констатировать. В XX веке возникла необходимость по новому сформулировать критерии смерти. Когда-то (не так давно) человечеству вполне хватало констатации отсутствия пульса и снижения температуры тела. Нынешняя медицина знает понятия «комы» «глубокой комы» и «запредельной комы», в ряде случаев вопрос, жив человек или мертв, определяет консилиум специалистов. Он делает это на основании опыта. Поскольку активность различных отделов мозга прекращается постепенно, врачи, констатирующие смерть, основываются на эмпирических данных о том, что из *такой* глубокой комы никто еще не возвращался. То есть, черта проводится с известной долей условности. Конечно, речь идет о *некоторых* случаях, но они ставят под вопрос картину в целом.

Здесь и в ряде других случаев речь идет о *границах человека*. Возросшие возможности нашей техники эти границы проблематизировали.

Подобные вопросы и ситуации – новые, человечество не успело выработать к ним «этической привычки»: каких-то само собой разумеющихся вариантов действия, подкрепленных традицией. Мы не можем решить, как правильно поступить в таких случаях, опираясь на мораль, выработанную столетиями и тысячелетиями. Остается думать, изобретать и решать, как поступить вот в *этом* или в *том конкретном* случае. Можно сказать, что отличительной чертой биомедицинской этики (как она сейчас существует) и биоэтики в более широком смысле является то, что в ней нет ни одного *закона*, а есть лишь *проблемы* или проблемные поля. Кроме всего прочего, это сближает ее с философией в самом сократическом ее понимании.

2. Другая причина состоит в том, что человечество, развиваясь, придает все большее значение отдельной человеческой личности, ее жизни, ее праву на самоопределение и ее индивидуальному жизненному пространству.

*Принцип уважения автономии пациента и правило информированного согласия* были сформулированы в биомедицинской этике только в 70-е годы XX века и до сих пор в фактической медицинской практике являются дискуссионным моментом. Традиционная медицина придерживалась патерналистской установки, предполагая, что если врач располагает соответствующими знаниями, то только он может решать, что для пациента лучше всего и как именно его лечить. Современная модель медицины, называемая также «биоэтической», предполагает, что у разных пациентов (а также у пациента и врача) могут быть различные системы ценностей, разные жизненные установки и культурные особенности. И поэтому *неверно*, что *врач* лучше всех знает, как лечить того или иного человека. Современная медицина предполагает компетентного, рационально мыслящего пациента, принимающего решения относительно вариантов своего лечения на основании предоставленной врачом информации. Если традиционная медицина имеет своей целью защиту здоровья пациента, то биоэтическая – защиту благополучия пациента (второе понятие шире и включает в себя собственную «систему координат» данного субъекта).

Отсюда – острота дискуссий, связанных с проблемой эвтаназии, как активной (кто-то считает, что она недопустима в принципе, кто-то считает, что человек вправе уйти достойно) так и пассивной (начиная с вопроса, что называть этим словом; скажем, в России действует запрет на пассивную эвтаназию и в то же время существует закон, закрепляющий право пациента на отказ от лечения).

Рост значения суверенитета отдельной личности проявляется в изменении отношения к врачебной тайне (так, совсем недавно исчезли диагнозы с больничных листов). К принципу правдивости. В патерналистской медицине он соблюдался не всегда (скажем, в Советском Союзе пациенту не сообщали тяжелый, смертельный диагноз, об этом информировали его родственников, сам же человек оставался в неведении). Современная модель медицины предполагает, что правду о состоянии своего здоровья имеет право знать, прежде всего, сам индивид и те, кому он считает нужным сообщить эту информацию.

Итак, можно говорить о шести предпосылках медицинской биоэтики, четыре из которых имеют общий характер, влияя на изменение научно-исследовательской парадигмы как таковой, а две – более частный, поскольку касаются в первую очередь медицинской теории и практики. В числе первых четырех – расширение понятия «организм» и перенос понятий, взятых из биологических концепции, на естественнонаучное знание в целом. Далее, к общим предпосылкам биоэтики относится осознание разумом самого себя как решающей силы современной биологической эволюции и расширенное этическое поле заставляющая видеть ценность в любых формах жизни и конкретных живых

<sup>8</sup> Труп, конечно, не просто вещь: скорее его можно было бы назвать неким особым родом собственности, принадлежащей умершему человеку. Труп – это не вещь в смысле чего-то этически нейтрального: с ним нельзя делать все, что угодно. Однако, это уже не человек, а в некоем смысле, все же, вещь, ибо мы предполагаем (по крайней мере, рассматриваем такую возможность) что он может быть использован: изъятые у трупа органы могут быть использованы для спасения чьей-то жизни.

«индивидуумах». Частные предпосылки: во-первых, резкий рост возможностей медицины, а во-вторых, изменение отношений «врач – пациент».

Казалось бы, всех этих предпосылок более чем достаточно для появления новой исследовательской и учебной дисциплины, способной осуществлять необходимую «корректировку» медицинской практики и медицины как общественного института. Проблема, однако, в том, что эти многочисленные предпосылки вступают между собой в не менее многочисленные противоречия. Прежде всего, это заметно на уровне «частных предпосылок»: рост могущества медицины в значительной степени определяется ростом ее технической оснащенности, из чего следуют, как минимум, две проблемы: врач все в большей степени становится специалистом по работе с аппаратурой, он учится правильным образом интерпретировать показания приборов; соответственно, сам пациент, как разумное существо, все в меньшей степени становится источником информации о своей болезни. Кроме того, пациенту, не обладающему специальными знаниями, становится все труднее понять врача.

Во-вторых, ставка научно-технической цивилизации на активного субъекта, позволившая разуму стать эволюционной силой глобального масштаба, противоречит принципу расширения этического поля, включению в него иной (не человеческой) формы жизни.

И наконец, принцип системности, соединяющий, в пределе, все со всем и отказывающийся рассматривать «часть системы», которой неизбежно оказывается любой живой организм, в качестве целостности, очевидным образом противоречит принципу индивидуализма, причем не только в том смысле, что индивид – как это ясно уже из самого слова «ин-дивид»<sup>9</sup> – является целостностью, но и в том, что индивид по определению обладает способностью и склонностью к изменению окружающей его системы, а это означает, что не индивид является частью системы, а, скорее, система является продолжением индивида.

Биоэтика обнаруживает себя, таким образом, в интенсивном проблемном поле, наиболее спекулятивный аспект которого, т. е. парадокс всеобщего и индивидуального, всегда был проблемой для философии, и особенно философии Нового времени, что, очевидно, было связано с появлением классической естественнонаучной парадигмы Галилея-Ньютона. Готфрид Лейбниц, не желая поступиться индивидуальным во имя всеобщего, предложил теорию мира как монады [6] и в то же время совокупности монад (т. е. индивидуумов) каждый из которых заключает в себе «весь мир», но при этом «не имеет окон»: один индивид, согласно Лейбницу, не может оказать воздействия на другой, его воздействие может стать лишь внешним и случайным поводом для раскрытия самим индивидом какой-то части собственного содержания. В определенном смысле можно сказать, что концепция ноосферы стремится соединить монадологию Лейбница с взятым из естественнонаучной парадигмы XIX века принципом эволюционизма.

Но в более конкретном, биологическом смысле, индивид – это живое существо, т. е. процесс. Аристотель, очевидно, сказал бы, что благом для организма является достижение им его собственных, имманентно содержащихся в нем целей, (прежде всего – оставить после себя потомство). Такие цели можно трактовать как этические, причем в самом современном, «биоэтическом» смысле слова. Но этика, связанная с понятием индивида, всегда вдохновлялась не столько принципом «простого воспроизводства», сколько «принципом преобразования», т. е. императивом сделать по возможности лучше – себя самого и окружающий мир. В своей основе это не столько био-, сколько техноэтика, поскольку техника, в широком смысле слова, это и есть материализация преобразовательных возможностей. Направленное изменение жизненного процесса, в первую очередь, конечно, человеческого (удлинение, избавление от многих угроз, наполнение возможностями), есть «эйдос» техники. Но подобная направленность предполагает не просто вмешательство в жизнь человеческого организма, но и своего рода «опережающее вмешательство», когда человек обнаруживает себя в уже существующем мире техноэтики, свою зависимость от которого ему никогда не удастся преодолеть.

Область, где наиболее наглядным образом соединяются все парадоксы биоэтики, является, вероятно, медицинская практика. Сама характерная для современной ситуации тщательная правовая регламентация отношений врача и пациента парадоксальным образом является примером «технизации» медицинской сферы. Понятие «больного» все в большей степени обретает правовой статус, так что его индивидуальность в процессе лечения проблематизируется (он «объект» лечебного воздействия, обязанный подчиняться соответствующим предписаниям) и в то же время акцентируется (например, в принципе неразглашения врачебной тайны). Конечно, все соглашения, в том числе и те, что имеют правовой характер, относительно того, кого следует считать «индивидом», каковы критерии того или иного его состояния (например, невменяемости) и т.п. по сути своей конвенциональны, и про медицинскую этику, таким образом, нельзя сказать ничего другого, помимо того, что она является совокупностью конвенций, принятых в связи с теми или иными «озадачивающими случаями» в лечебной практике. Но всякий раз следует учитывать, что все соответствующие конвенции находятся «на острие» значительно более широкой проблематики, выходящей не только за пределы правовой и медицинской сфер, но также и биологической и естественнонаучной.

#### Список литературы / References

1. Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем – критический обзор // Исследования по общей теории систем: Сборник переводов. – М.: Прогресс – 1969. – С. 23–82.
2. Бэкон Фрэнсис. Великое восстановление наук, или Новый Органон. // Бэкон Ф. Сочинения в двух томах. Том 2. – М.: Мысль. – 1978. – 575 с.
3. Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление. – М.: Наука. – 1991– 271 с.
4. Грэбер Л. Дикая природа как священное пространство. – Киев.: Киевский эколого-культурный центр – 1999 – 56 с.
5. Джон Сид Д, Джоанна Мэйси, Пет Флеминг, Арне Наэсс. Думая как гора: на пути к совету всех существ. – М., 1992 – 196 с.
6. Лейбниц Г.В. Монадология // Лейбниц Г.В. Сочинения в 4-х томах, Том 1. – М.: Мысль. – 1982. – 636 с.
7. Поттер В. Р. Биоэтика: мост в будущее. Киев. – 2002. – 216 с.

<sup>9</sup> *Individuum* – (лат.) неделимый

8. Тейяр де Шарден П. Феномен человека. – М.: Наука – 1987 – 240 с.
9. Тищенко П. Д. Этические правила взаимоотношений медицинских работников и пациентов // Биоэтика: принципы, правила, проблемы / Под ред. Юдина Б.Г. – М.: Эдиториал УРСС – 1988 – 470 с
10. Швейцер А. Благоговение перед жизнью. – М.: Прогресс – 1992 – 576 с.
11. Юдин Б. Г. Принципы биоэтики // Биоэтика: принципы, правила, проблемы / Под ред. Юдина Б.Г. – М. Эдиториал УРСС – 1988 – 470 с.
12. Bertalanffy Karl Ludwig von. General System theory: Foundations, Development, Applications. – New York.: George Braziller – 1968. – 290 p.
13. Lovelock James. Gaia: A New Look at Life on Earth. – 3rd ed. – Oxford University Press – 2000.
14. Singer Peter. Animal Liberation: A New Ethics for Our Treatment of Animals. – New York review : distributed by Random House. – 1975 – 301 p.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Bertalanfi L. fon. Obshchaya teoriya sistem – kriticheskij obzor // Issledovaniya po obshchej teorii sistem: Sbornik perevodov [The Theory of Open Systems in Physics and Biology]. M.: Progress. – 1969. – P. 23–82. [in Russian]
2. Behkon Frensis. Velikoe vosstanovlenie nauk, ili Novyj Organon [Novum Organum Scientiarum]. – M.: Mysl' – 1978 – 575 p. [in Russian]
3. Vernadskij V. I. Nauchnaya mysl' kak planetarnoe yavlenie [Scientific thought as a planetary phenomenon]. – M.: Nauka – 1991 – 271 p. [in Russian]
4. Grehber Linda. Dikaya priroda kak svyashchennoe prostranstvo [Wilderness as sacred space]. – Kiev: Kievskij ehkologo-kul'turnyj centr [Kyiv Ecological and Cultural Center] – 1999 – 56 p. [in Russian]
5. Dzhon Sid D, Dzhoanna Mehjsi, Pet Fleming, Arne Naehss. Dumaya kak gora: na puti k sovetu vsekh sushchestv [Thinking like a mountain: toward a council of all beings]. – M: – 1992 – 156 p. [in Russian]
6. Lejbnic G.V. Monadologiya [Monadologie] // Lejbnic G.V. Sochineniya v 4-h tomah, Tom 1. [Leibniz G.V. Works in 4 volumes, Volume 1]. – M: Mysl' – 1982 – 636 p. [in Russian]
7. Potter V.R. Bioehtika: most v budushchee [Bioethics: Bridge to the Future]. – Kiev: – 2002 – 216 p. [in Russian]
8. Tejyar de Sharden P. Fenomen cheloveka [Human phenomenon]. – M: Nauka – 1987 240 p. – [in Russian]
9. Tishchenko P. D. Ehticheskie pravila vzaimootnoshenij medicinskih rabotnikov i pacientov [Ethical rules for the relationship between health professionals and patients ] // Bioehtika: principy, pravila, problem [Bioethics: principles, rules, problems] / Pod red. Yudina B.G. – M: Editorial URSS – 1988 – 470 p. [in Russian]
10. Shvejcer A. Blagogovenie pered zhizn'yu [Reverence for life]. – M: Progress – 1992 – 576 p. [in Russian]
11. Yudin B. G. Principy bioehtiki [Principles of bioethics] // Bioehtika: principy, pravila, problem [Bioethics: principles, rules, problems] / Pod red. Yudina B.G. – M: Editorial URSS – 1988 – 470 p. [in Russian]
12. Bertalanffy Karl Ludwig von. General System theory: Foundations, Development, Applications, – New York. – 1968. – 290 p.
13. Lovelock James. Gaia: A New Look at Life on Earth. 3rd ed. – Oxford University Press. – 2000.
14. Singer Peter. Animal Liberation: A New Ethics for Our Treatment of Animals. – New York, – 1975 – 301 p



*Все статьи, опубликованные в «Международном научно-исследовательском журнале», загружаются в РИНЦ.*

*Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) — библиографическая база данных научных публикаций российских учёных. Для получения необходимых пользователю данных о публикациях и цитируемости статей на основе базы данных РИНЦ разработан аналитический инструмент ScienceIndex.*

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.122>

Рудакова А.Л.

ORCID: 0000-0003-0334-6755, аспирант, РГПУ им. А.И.Герцена, факультета философии человека

**ПРАВОЛИБЕРАЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИЯ КОНЦА ИСТОРИИ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКОГО УТОПИЗМА****Аннотация**

*Анализируется предпринятая А. Кожевом и Ф. Фукуямой попытка теоретически ограничить современное развитие всемирной истории схемой либеральной демократии, предполагаемой в качестве окончательной формы. Как подчеркивается в статье, стремление к унификации политических систем вписывается в те рассуждения о глобализации, которые в настоящее время предлагают ведущие американские социальные философы. Данная попытка рассматривается автором как не отвечающая реальным тенденциям мирового общественного развития на рубеже XX—XXI веков, а потому необоснованная и утопическая, отражающая политические интересы ведущих стран Запада.*

**Ключевые слова:** философия истории, методология, конец истории, западная либеральная демократия, глобализация, Г.В.Ф Гегель, А. Кожев, Ф. Фукуяма.

Rudakova A.L.

ORCID: 0000-0003-0334-6755, Postgraduate Student of the Herzen State Pedagogical University of Russia, Faculty of Human Philosophy

**RIGHT LIBERAL CONCEPT OF THE END OF HISTORY AS THE MANIFESTATION OF MODERN SOCIAL AND PHILOSOPHICAL UTOPIASM****Abstract**

*The author analyses an attempt undertaken by A.Kozhev and F. Fukuyama to theoretically limit modern development of the world history by the scheme of liberal democracy, which is supposedly the final form. As emphasized in the article, an attempt to unify political systems fits into the arguments about globalization, currently offered by the leading American social philosophers. The author considers this attempt as not meeting the real tendencies of the world social development at the turn of the 20<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> centuries, and therefore finds it unjustified, utopian and reflecting political interests of the leading Western countries.*

**Keywords:** philosophy of history, methodology, the end of history, Western liberal democracy, globalization, G.W.F Hegel, A. Kozhev, F. Fukuyama.

Идея конца истории, разработанная Гегелем в «Феноменологии духа» [3], была развита в середине XX века русско-французским философом А. Кожевом [5], а затем на исходе века подхвачена американским футурологом Ф. Фукуямой, приспособившим ее к целям восхваления и оправдания американской гегемонии в мире [6], [7].

Несмотря на то, что Ф. Фукуяма выступает против «Поверхностно-неправильных прочтений Гегеля в эмпирической или позитивистской традиции» [7, С. 519], его собственная философская позиция также не выходит за пределы позитивистской традиции, источниками которой восходят к творчеству Ф. Бэкона, Д. Локка, Д. Юма. Отсюда – очевидные, упрощенные толкования всей системы гегелевской философии, его философии истории и его идеи конца истории. «...История подходит к концу – комментирует Ф. Фукуяма концепцию Гегеля – потому что желание, питавшее политический процесс – борьба за признание, – теперь в обществе, характеризуемом универсальным и взаимным признанием, удовлетворено. Никакая другая организация социальных институтов не в состоянии это желание удовлетворить, и, следовательно, никакие дальнейшие изменения невозможны» [7, С. 18].

В приведенных суждениях Ф. Фукуямы гегелевская концепция конца истории явно упрощается и схематизируется. Она подгоняется под навязываемую Фукуямой Гегелю схему, объясняющую наступление конца истории чисто психологическими причинами – желанием и борьбой за признание.

К настоящему времени идея конца истории Гегеля, развитая Кожевом и Фукуямой, перестала быть модной, но не потеряла своей привлекательности для многих современных обществоведов, размышляющих о динамике и перспективах всемирной истории XXI в. Более того, среди ведущих направлений современного философско-исторического дискурса концепция конца истории занимает очень заметное место, обозначая один из узловых пунктов философско-исторического рассуждения. В этом отношении показательна позиция российского исследователя А.В. Бугалина, включающего «праволиберальный тренд конца истории» в число ведущих интеллектуальных трендов мировых философско-исторических изысканий [1, С. 5].

Эта позиция вполне объяснима, если учесть важнейшие политические и идейные процессы минувшего XX века. Этот век прошел под знаком острого соперничества двух всеохватывающих проектов преобразования социального мира – буржуазно-либерального и пролетарско-коммунистического.

Приходится констатировать, что предсказанного марксизмом крушения капиталистической общественно-экономической системы в XX веке не произошло, и отбив революционный натиск, капитализм возродился в нашей стране.

К концу XX века после известных событий в Восточной Европе и политического распада СССР, то есть тех событий, которые на Западе определили как «крушение коммунизма», содержание и тональность международных философско-исторических дискуссий заметно изменились. Вдохновленные этими событиями многие западные философы прикладывали большие усилия для того, чтобы доказать универсальный общечивилизационный характер ценностей «западной либеральной демократии», полагая, что формирование ценностей социального рыночного хозяйства, правового государства и демократических институтов составляет ведущую тенденцию мирового социально-исторического развития. С этой точки зрения те национальные культурные ценности, которые не

коррелируют с ценностями «западной либеральной демократии», представляют лишь досадную помеху универсальному историческому развитию.

Провозглашенный Ф. Фукуямой тезис конца истории, по существу, подвел итог этой ожесточенной схватке XX столетия. И если капитал, как показалось американскому футурологу, бессмертен, то это обстоятельство в самом деле означает конец истории, поскольку никакой другой жизнеспособной общественно-экономической формы, кроме капитала, он не видит.

Тем самым отчетливо просматривается тенденция к унификации политических систем. Указанная тенденция вполне вписывается в те схемы глобализации, которые пытаются навязать сегодня человечеству ведущие американские социальные философы. Но глобализация в этом виде – гибельна для социального мира. «Унифицируя этническое, культурное и цивилизационное многообразие, которое по многим признакам для выживания человечества имеет такое же значение, как разнообразие видов в живой природе, она угрожает всем без исключения государствам и народам» [4, С. 27].

Закон разнообразия – один из важнейших законов системогенетики – убедительно свидетельствует о том, что «Устранение многообразия, унификация действительности в соответствии с каким-то умозрительно сконструированным проектом неизбежно оборачивается энтропией, ведущей в конечном счете к распаду культуры» [4, С. 28].

Вот почему «Надеясь, что под воздействием евроамериканских ценностей все народы мира (нации, этносы) с их бесконечно разнообразными культурами будут трансформированы в некое единое аморфно-всеобщее человечество, – очередная эпохальная иллюзия» [4, С. 28].

Неудивительно, что данная идейно-теоретическая позиция встречает сегодня серьезные возражения. Ведущие социальные философы России, Китая, Индии, представители исламской культуры и многие другие объективно мыслящие ученые во всем мире подчеркивают ограниченность, а в конечном счете и ущербность подобной «прозападной» методологии социально-философского исследования, по существу игнорирующей культурное и социально-политическое многообразие общественной жизни во многих странах мира, расположенных в Азии, Африке, Латинской Америке.

В этой связи можно констатировать набирающую силу и популярность цивилизационную методологию изучения истории [8].

Вместе с тем тенденции развития философско-исторической мысли уже в 90е годы XX столетия претерпевают весьма заметные изменения. Методологические принципы, лежащие в основе западной (и европейской, и американской) философии истории и в начале с энтузиазмом воспринятые рядом философов новой России, начинают критически переосмысливаться.

Целый ряд отечественных философов, убедившихся в методологической уязвимости многих популярных на Западе философско-исторических исследований, возвращаются к марксистской методологии осмысления динамики мирового социального развития. В этом отношении весьма симптоматичным представляется появление во второй половине девяностых годов XX столетия первых публикаций основателей нового для России течения общественной мысли – «критического марксизма» [2]. Следует иметь в виду, что во время существования СССР в Западной Европе существовали и существуют и по сей день самые разные направления «критического марксизма».

Российские сторонники «критического марксизма» по существу возвращают в общественную мысль страны методологические подходы марксизма, отмечают несомненную актуальность этих принципов и при изучении социально-исторических процессов в XXI в. Как известно, важнейшим марксистским методологическим принципом исследования всемирной истории является формационный принцип, и неудивительно, что современные марксисты (кстати, не только сторонники «критического марксизма») уделяют этому принципу первостепенное внимание. И это, по нашему мнению, совершенно правильно.

Другое дело, что некоторые современные сторонники марксистской теории, справедливо выступающие за новое, соответствующее политическим и научным реалиям XXI века осмысление формационного подхода, вместе с тем демонстрируют теоретическую односторонность, отрицая необходимость и правомерность цивилизационного подхода. Между тем, нынешний этап развития философско-исторической теории убедительно свидетельствует о том, что только методологическое единство формационного и цивилизационного подходов позволяет глубоко и всесторонне понять сложнейшую динамику современного исторического процесса. Если теория формаций выявляет дискретный, прерывистый характер мирового социального развития, то теория цивилизаций фиксирует момент его непрерывности, устойчивости.

Многим обществоведам и в нашей стране, и за рубежом становится все более очевидным то обстоятельство, что капиталистическая социально-экономическая система – система исторически ограниченная и преходящая. «...Капиталистическая система вообще (и, добавим, современный глобальный капитал в частности) – это исторически ограниченная система. Она принесла человечеству и многие достижения, и многие преступления, но чем далее, тем более она развивается по все более опасной и в конечном итоге тупиковой траектории, в общем и целом уже выполнив свою прогрессивную историческую миссию» [2, С. 26-27].

Придя в свое время на смену сдерживавшему развитие общественных производительных сил феодализму и обесчлвив – на определенное время – поступательное развитие общества, эта система уже к середине XIX века столкнулась с серьезным внутренним кризисом, вызванным резким обострением противоречий между трудом и капиталом. Безудержная погоня капиталистов за прибылью приводила значительные массы пролетариев к обнищанию и пауперизации. Естественное протестное движение пролетариев приводило к серьезным классовым столкновениям и активно стимулировало развитие теоретической мысли, вершиной которой стало учение К. Маркса, констатировавшего неразрешимость противоречий между трудом и капиталом в рамках буржуазного общества и обосновавшего необходимость пролетарской революции для слома устаревшей капиталистической системы и перехода к новой, справедливой общественной организации – социализму и коммунизму.

За минувшие полтора столетия политическая и научная элита капиталистического мира осуществила значительные усилия для смягчения, сглаживания антагонистических противоречий, прежде всего путем перераспределения определенной (в целом не очень значительной) доли сверхдоходов монополистической буржуазии в пользу определенных слоев работников наемного труда в ряде развитых капиталистических государств. Таким путем удалось повысить жизненный уровень населения ведущих капиталистических стран, которое (население) апологеты западного мира отнесли к так называемому «золотому миллиарду».

Однако, несмотря на все усилия, исходное противоречие капиталистической общественно-экономической системы – противоречие между трудом и капиталом – не только не было преодолено, но продолжало обостряться.

В этих условиях «и в нашем отечестве, и в других странах нарастает разочарование в либеральной теории. Предсказание четвертьвековой давности – конца истории и идеологий, классового мира, всеобщего демократического процветания и торжества прав человека – явно не сбываются... Войны остаются правилом. Глобальные проблемы и не думают уходить в прошлое. И главное: люди мучительно ищут общественный идеал, который бы хоть немного отличался от людоедского: делайте деньги и конкурируйте» [2, С. 32].

Наиболее приемлемой альтернативой теории и практики либерализма все чаще называется некапиталистический путь социального развития, хотя существует очень большой разброс мнений о содержании этого понятия.

Ход размышлений некоторых отечественных социальных философов на эту тему может быть воспроизведен в следующем виде: сегодня, в начале XXI века человечество, если использовать идеи и образы синергетики, находится в точке бифуркации, и возможные направления его дальнейшего социально-экономического и политического развития во многом будут зависеть от того, как сможет незападный мир, включая и Россию и Китай, организовать взаимодействие с Западом. Здесь возможны два пути. Во-первых, путь зависимого и отсталого капитализма, следующего матрице «высокоразвитого» Запада.

И во-вторых, какой-то другой путь, скорее всего, – некапиталистический путь, путь социалистического развития. Но не в том смысле, который придавался ему в советскую эпоху. Путь, которым, например, следует современный Китай, его сторонники называют социализмом с китайской спецификой. И чем дальше продвигается страна по указанному пути, тем очевиднее становится, что она воспроизводит многовековые китайские цивилизационные традиции. По-видимому, перед марксизмом сегодня стоит важнейшая проблема – проблема определения современного незападного социализма. Путь «догоняющего» развития, как показывает опыт XX в., приводит в тупик застоя и деградации. Что касается второго пути, то он достаточно проблематичен и требует предварительного серьезного теоретического осмысления в рамках современной марксистской философии истории, которая обращает внимание на многолинейность нынешнего этапа исторического развития человечества. Идея многолинейности не отменяет логическую природу формационного учения К. Маркса, но «раскрывает новый, более сложный механизм реализации логики истории, когда многовариантность складывается в главном из линий, путей развития вполне сложившихся государств-цивилизаций (с имперским прошлым)» [9, С. 43].

Такие государства-цивилизации, как Россия, Китай, Индия реально противостоят сегодня имперским гегемонистским стремлениям США, да и в целом западной цивилизации. Очевидно, что союз, сотрудничество указанных государств многократно усилит их влияние на динамику мирового развития и станет серьезным фактором социалистических преобразований XXI века, которые будут значительно отличаться от имевших место в XX веке. И в этом смысле функционирование такой организации как БРИКС имеет историческое значение.

#### Список литературы / References

1. Бузгалин А.В. Цивилизационный подход и «провалы» марксизма: человек и культура / А.В. Бузгалин // Вопросы философии. – 2014. – №11–. М.: Наука. – С.3-13
2. Бузгалин А.В. Глобальный капитал. В 2х т. Т.1. Изд. 3 / А.В. Бузгалин, А.И. Колганов. – М.: Ленанд, 2015. – 904 с.
3. Гегель Г.В.Ф. Феноменология духа. Соч.: В 14 т. Т. IV / Г.В.Ф. Гегель – М.: Издательство социально-экономической литературы, 1959.- 440 с.
4. Кирвель Ч.С. Глобализация и проблемы сохранения цивилизационного и социокультурного многообразия человечества / Ч.С. Кирвель, В.И. Стрельченко // Единство образовательного пространства как междисциплинарная проблема: сб. науч. тр. – СПб.: Изд-во: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический ун-т Петра Великого", 2012. – С. 27-33.
5. Кожев А. Введение в чтение Гегеля / А. Кожев. – СПб.: Наука, 2003. 792 с.
6. Фукуяма Ф. Конец истории? / Ф. Фукуяма // Вопросы философии. -1990. №3. М.: Наука. С.134-147
7. Фукуяма Ф. Конец истории и последний человек / Ф. Фукуяма / пер. с англ. М.Б. Левина. М.: Изд-во АСТ, 2004. 584 с.
8. Хантингтон С. Столкновение цивилизаций / С. Хантингтон / пер.с англ. Ю. Новикова. М.: Изд-во АСТ, 2003. 603 с.
9. Шевченко В.Н. Цивилизационный подход под огнем критики / В.Н. Шевченко // Вопросы философии. – 2016. – №2.–. М.: Наука. – с 33-44.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Buzgalin A.V. Tsivilizatsionnyy podkhod i provaly "marksizma": chelovek i kultura // Voprosy filosofii [Civilizational Approach and "Failures" of Marxism: Man and Culture] / A.V. Buzgalin // Voprosy filosofii [Issues of Philosophy] - 2014. - No. 11 -. М.: Nauka. - P.3-13 [in Russian]
2. Buzgalin A.V., Kolganov A.I. Globalniy kapital. V 2.t. T.1. Izd.3. [Global Capital. In 2 volumes. V.1. Edition 3] / A.V. Buzgalin, A.I. Kolganov. - M: Lenand, 2015. - 904 p. [in Russian]
3. Hegel G.W.F. Fenomenologiya dukha Soch.: V 14 t. T. IV. [Phenomenology of Spirit. Works: In 14 volumes. V. IV] / G.W.F. Hegel - M.: Publishing House of Social and Economic Literature, 1959.- 440 p. [in Russian]



4. Kirvel Ch.S., Strelchenko V.I. Globalizatsiya i problem sokhraneniya tsivilizatsionnogo i sotsiokulturnogo mnogoobraziya chelovechestva [Globalization and Problems of Preserving Civilizational and Sociocultural Diversity of Mankind] / Ch.S. Kirvel, V.I. Strelchenko // Edinstvo obrazovatel'nogo prostranstva kak mezhdistsiplinarnaya problema: sb. nauch. tr. [Unity of Educational Space as an Interdisciplinary Problem: coll. of scientific works.] - SPb.: Publishing House: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University," 2012. - P. 27-33. [in Russian]
5. Kozhev A. Vvedeniye v chteniye Gegelia [Introduction to the Reading of Hegel] / A. Kozhev. - SPb.: Nauka, 2003, 792 p. [in Russian]
6. Fukuyama F. Konets istorii? [End of history?] / F. Fukuyama // Voprosy filosofii [Issues of Philosophy.] -1990. No. 3. M.: Science. P.134-147. [in Russian]
7. Fukuyama F. Konets istorii i posledniy chelovek [End of History and the Last Man] / F. Fukuyama / Translated from English by M.B. Levin. - M.: Publishing house AST, 2004. - 584 p. [in Russian]
8. Huntington S. Stolknoveniye tsivilizatsiy [Civilizations Collision] / Huntington / Translated from English by Yu. Novikov. - M.: Publishing house AST, 2003. - 603 p. [in Russian]
9. Shevchenko V.N. Tsivilizatsionniy podkhod pod ognem kritik [Civilization Approach under Criticism] / V.N. Shevchenko // Voprosy filosofii [Issues of Philosophy] - 2016. - No. 2.-. M.: Nauka. - p. 33-44. [in Russian]

## **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS**

**DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.025>**

**Зарецкая М.В.**

ORCID: 0000-0002-9857-2693, Доктор физико-математический наук, доцент,

Кубанский государственный университет

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-08-00191 а), РФФИ и администрации Краснодарского края (грант № 16-41-230154)*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ НА КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Аннотация*

*В настоящей статье представлены математические модели, включение которых в системы комплексного экологического мониторинга и производственного контроля позволит дать динамический прогноз состояния экологической системы в зоне агропромышленного предприятия до, во время и после производственного процесса.*

*Формулировка граничных задач выполнена на основе уравнений движения в различных системах координат. Физическая среда, в которой исследуются процессы, может характеризоваться существенно отличающимися физико-механическими, химическими параметрами. Построение моделей базируется на топологическом подходе, включающем теорию блочных структур и дифференциальный метод факторизации.*

*Получены решения модельных задач.*

**Ключевые слова:** аграрный сектор экономики, мониторинг, негативное воздействие, экология, качество среды, моделирование окружающей среды.

**Zaretskaya M.V.**

ORCID: 0000-0002-9857-2693, PhD in Physics and Mathematics,

Associate Professor, Kuban State University

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant No. 16-08-00191\_a), the RFBR and the Administration of the Krasnodar Region (grant No. 16-41-230154)*

### **MODELING THE IMPACT OF AGRARIAN SECTOR OF ECONOMICS ON THE QUALITY OF ENVIRONMENT**

*Abstract*

*This article presents mathematical models the inclusion of which into the systems of integrated environmental monitoring and production control will enable giving a dynamic forecast of the ecological system state in agro-industrial enterprise area before, during and after the production process.*

*Stating boundary problems is based on the equations of motion in various coordinate systems. Physical environment where the processes are studied can be characterized by substantially different physical, mechanical and chemical parameters. The construction of models is based on a topological approach, including the theory of block structures and the differential factorization method.*

*Solutions of model problems are obtained.*

**Keywords:** agrarian sector of economy, monitoring, negative impact, ecology, quality of environment, environmental modeling.

## **В**ведение

Отличительной особенностью сельскохозяйственного производства является наличие взаимно-однозначных связей с геоэкологической средой. Подвергаясь разнотипному влиянию со стороны внешнего окружения, предприятия агропромышленного комплекса в свою очередь формируют качество экологической системы, оказывая на нее существенное, длительное, иногда определяющее, воздействие, отличающееся интенсивностью, разнотипностью

форм и масштабов, что обусловлено высокой токсичностью и большим разнообразием химических субстанций, используемых в производственных процессах.

Негативному воздействию со стороны элементов сельскохозяйственного производства подвергаются почвы, атмосфера, поверхностные и подземные воды.

С другой стороны, став действующим фактором в результате вторичного переноса, оседающие загрязняющие вещества могут стать причиной токсичного или радионуклеидного заражения, изменения химического состава почв, оказать мутагенное воздействие на сельскохозяйственные культуры.

Существуют два пути разработки современных систем экологического мониторинга в агропромышленном производстве, как основного инструмента оценки качества окружающей среды в зоне возможного влияния агропромышленного предприятия [1].

Прежде всего, это химико-аналитический контроль. Такая система располагает широкой базой информационных ресурсов, развитыми методами и методиками инструментального аналитического контроля, результатами длительного экологического мониторинга показателей окружающей среды, определяющих ее качество.

Однако существующая экологическая обстановка в регионах интенсивного аграрного производства свидетельствует о недостаточности мер регулирования природопользования на уровне законодательства. Экологический мониторинг и производственный контроль, как наиболее часто используемый инструмент наблюдения за уровнем негативных последствий агропромышленного производства, выполняет функцию фиксации текущих значений параметров и процессов. Он не обеспечивает в полной мере проведения экологической оценки состояния экосистем и диагностики дальнейшего развития событий, не позволяет проследить динамические изменения в уровне основных оцениваемых параметров, и не обладает прогностической значимостью.

Поэтому перед разработчиками встает необходимость и потребность включения в системы комплексного экомониторинга математических модулей, позволяющих дать динамический прогноз состояния экологической системы в зоне агропромышленного предприятия до, во время и после производственного процесса.

#### **Математическая модель. Методы решения**

Перенос загрязняющих субстанций (СБ) – сложный процесс, существенно определяемый динамическими процессами в атмосфере и водной среде. Также необходимо учитывать термодинамические характеристики, природный и промышленный ландшафт, и т.д. [2], [3], [4]. Рассмотрим основные механизмы.

В настоящее время получили развитие различные математические подходы, статистические, аналитические, численные, анализа процессов переноса в некоторой среде.

Наиболее достоверными считаются модели, построение которых базируется на решении трехмерного нелинейного уравнения турбулентной диффузии [2], [3]. Несомненным достоинством методов, предложенных в [2], [3], является учет физико-химических трансформаций и взаимодействия субстанций, которые свойственны реальным процессам переноса. При всех достоинствах эти модели не лишены недостатков. Один из наиболее существенных – применение численных методов, которые позволяют получить решение в узлах сетки, при этом некоторые особенности процессов, особенно на мезомасштабном уровне, могут быть утеряны.

В связи с широким распространением в природе циклонических (конвективных) движений [1], [4], требуется развитие теории и методов исследования переноса ЗВ при одновременном наличии плоскопараллельных и конвективных течений. Выполним постановки задач переноса.

##### **1. Транспорт субстанций плоскопараллельным течением.**

Считаем, что перенос субстанций в атмосфере или водной среде описывается уравнением переноса [2], [3], [4], распределение физико-механических характеристик среды по вертикали таково, что ее можно аппроксимировать однородными слоями с установившимся движением  $\{-\infty \leq x_1, x_2 \leq +\infty\}$ ,  $x_3^N = h$ ,  $x_3^{n+1} > x_3^n$ ,  $x_3^1 = 0$ ,  $n = 1, \dots, N$ , где каждый слой может иметь свои, в общем случае различные характеристики  $u^n, v^n, w^n, w_g^n, \sigma^n, \mu^n, \nu^n$ .

Распространение вещества в каждом слое описывается уравнением:

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_n}{\partial t} + u_n \frac{\partial C_n}{\partial x_1} + v_n \frac{\partial C_n}{\partial x_2} + (w_n - w_{gn}) \frac{\partial C_n}{\partial x_3} + \sigma_0 C_n - \\ - \mu_n \left( \frac{\partial^2 C_n}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 C_n}{\partial x_2^2} \right) - \nu_n \frac{\partial^2 C_n}{\partial x_3^2} = f_n(x_1, x_2, x_3, t). \end{aligned} \quad (1)$$

Обозначения и физико-механический смысл коэффициентов уравнения (1) определены в [4, 5].

СБ оседает на поверхность  $\Omega$ , являющуюся объединением областей  $\Omega_l$ ,  $l = 1, \dots, M$ , соотносящиеся с конкретными ландшафтами территории: участки сельскохозяйственных полей и насаждений, лесополосы, и т.д. [5].

На нижней границе пакета слоев  $x_3^1 = 0$  в каждой области  $\Omega_l$  ставится граничное условие

$$\left[ a_l^1 \frac{\partial C^1}{\partial x_3} - b_l^1 C^1 \right]_{x_3=0} = f_l(x_1, x_2, t), (x_1, x_2) \in \Omega_l,$$

$$\left[ a_l^1 \frac{\partial C^1}{\partial x_3} - b_l^1 C^1 \right]_{x_3=0} = 0, \quad (x_1, x_2) \notin \Omega_l.$$

Здесь  $a_l^1, b_l^1$  – параметры граничных условий; функция  $f_l(x_1, x_2, t)$  может моделировать сброс в водоем сточных вод, выбросы труб промышленных предприятий. В случае площадного источника она моделирует, например, автомагистраль, являющуюся источником продуктов горения бензина, тяжелых металлов, которые переносятся и осаждаются на поля, или, наоборот, сельскохозяйственное угодье, с которого происходит сдвиг ядохимикатов, удобрений.

2. Транспорт примесей свободными или вынужденными конвективными потоками.

Уравнения переноса, в цилиндрической системе координат  $r, \varphi, z$  имеют вид

$$-\frac{\partial C}{\partial t} + \mu \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial C}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 C}{\partial \varphi^2} \right] + v \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - v_r \frac{\partial C}{\partial r} - v_\varphi \frac{1}{r} \frac{\partial C}{\partial \varphi} - v_z \frac{\partial C}{\partial z} - \sigma C = -f.$$

Для постановки граничных условий считаем, что с цилиндрической поверхности находящейся в конвективном движении области среды происходит приток загрязняющего вещества:

$$\frac{\partial C}{\partial r} + hC = g(\varphi, z), \quad r = R, \\ -\infty \leq z \leq \infty,$$

где  $g(\varphi, z)$  задает концентрацию примеси на цилиндрической поверхности ячейки,  $h$  – параметр, характеризующий эффективность обмена между ячейкой и окружающей средой.

Формулировка задач (1) – (2) выполнена на основе уравнений движения в различных системах координат [6]. Физическая среда, в которой исследуется процесс переноса, может характеризоваться существенно отличающимися физико-механическими, химическими параметрами. Сложность постановки делает необходимым применение топологического подхода, реализуемого в форме метода блочного элемента, и факторизационных методов [7].

#### Моделирование отдельных ситуаций

Рассмотрены три задачи.

1. Оценка сноса некоторой СБ воздушным потоком, например, ядохимикатов при распылении с самолета.

При штатной ситуации вся масса субстанции концентрируется на обрабатываемом поле. Оседание происходит неравномерно, выделяются зоны повышенной концентрации, в том числе, превосходящие ПДК. Возможно смещение области максимальной концентрации на прилегающую территорию. Также в зависимости от скорости ветра наблюдались следы ненулевой концентрации на расстоянии от 5 до 28 км от обрабатываемого поля.

2. Оценка сноса СБ от точечного поверхностного источника постоянной мощности, который моделирует, например, стационарные выбросы завода по переработке. Полученные результаты закономерны – зона оседания формируется на некотором расстоянии, зависящем от скорости ветра, от источника. Особенно сложная картина наблюдается, если кроме плоскопараллельного ветрового потока присутствуют восходящие конвективные вихри. В этом случае примесь попадает в верхние слои приземного слоя, которые характеризуются изменением направления и интенсивности потока, и оседает в значительно удаленных областях. Предугадать такой результат без математического моделирования было бы невозможно.

3. Моделирование вторичного переноса облака от выброса точечного источника при оседании на водную поверхность. Результаты зависят от типа СБ (легкая или тяжелая) и структуры водных течений. При наличии только плоскопараллельных течений происходит снос легкой СБ с постепенным уменьшением концентрации. Формируется область поражения до 4–18 км. Тяжелая СБ оседает на дно, формируя четко выраженную зону с фиксированной точкой максимального значения. При наличии горизонтального или вертикального конвективного течения теряется четкость очертания зоны загрязнения, формируются кольцевые структуры. Результаты хорошо согласуются с данными исследования переноса продуктов грязевулканической деятельности в Азовском море [8].

Проведение расчетов для различных сценариев температурно-климатических условий позволяет оптимизировать результаты процесса и исключить возможность заражения прилегающих и удаленных территорий.

#### Заключение

Особенностью топологических методов является возможность получить решение задач в интегральном представлении и сделать выводы о свойствах исследуемых процессов без вычисления интегралов, что существенно уменьшает время расчетов и способствует созданию основ новых перспективных технологий экологического мониторинга, контроля и управления качеством водной среды или атмосферного воздуха.

Построенные математические модели могут быть реализованы при решении следующих научно-практических задач:

1. Динамическая оценка поступления вредных веществ в окружающую среду в результате деятельности предприятий агропромышленного комплекса;

2. Оценка последствий выбросов, в том числе, отдаленных, предприятиями аграрного сектора экономики загрязняющих веществ, включая тяжелые, радиоактивные, токсичные: загрязнение атмосферного воздуха и континентальных водоемов;

3. Оценка последствий применения современных способов переработки отходов сельского хозяйства (сжигание или захоронение органических отходов, анаэробной обработки отходов с получением биогаза, тепловой, электрической энергии);
4. Прогноз загрязнения и деградации сельскохозяйственных земель вследствие выбросов промышленности и транспорта, радиоактивного загрязнения;
5. Загрязнение водных ресурсов, используемых в сельском хозяйстве, стоками промышленности и жилищно-коммунального хозяйства.

#### Список литературы / References

1. Зарецкая М.В. Математический аппарат исследования блочных структур с разнотипными блоками / М.В. Зарецкая, А.Г.Зарецкий // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 3 (45). Часть 2. – С. 58–60.
2. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г.И. Марчук. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
3. Алоян А.Е. Моделирование динамики и кинетики газовых примесей и аэрозолей в атмосфере / А.Е. Алоян. – М.: Наука, 2008. – 415 с.
4. Бабешко В.А. К вопросу моделирования процессов переноса в экологии, сейсмологии и их приложения / В.А. Бабешко, М.В. Зарецкая, И.В. Рядчиков // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2008. – № 3. – С. 20–25.
5. Зарецкая М.В. Исследование влияния разнотипности подстилающих поверхностей на процесс массопереноса в слоисто-неоднородных средах / М.В. Зарецкая // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2003. – № 1. – С. 42.
6. Babeshko V.A. Block elements with a cylindrical boundary in macro-and nanostructures / V.A. Babeshko, O.V. Evdokimova, O.M. Babeshko // Doklady Physics. – 2011. – Volume 56. Issue 10. – Pages 544–547.
7. Babeshko V.A. The differential factorization method for a block structure / V.A. Babeshko, O.V. Evdokimova, O.M. Babeshko, M.V. Zaretskaya, A.V. Pavlova // Doklady Physics. – 2009. – Volume 54. Issue 1. – Pages 25–28.
8. Зарецкая М.В., Бабешко В.А., Ратнер С.В. Моделирование процесса переноса в водной среде продуктов грязевулканической деятельности // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2008. – № 11. – С. 27–29.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Zareckaja M.V. Matematicheskij apparat issledovaniya blochnyh struktur s raznotipnymi blokami [Mathematical apparatus for studying block structures with different types of blocks] / M.V. Zareckaja, A.G. Zareckij // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. – 2016. – № 3 (45). Chast' 2. – P. 58–60. [in Russian]
2. Marchuk G.I. Matematicheskoe modelirovanie v probleme okruzhajushhej sredy [Mathematical modeling in the environmental problem] / G.I. Marchuk. – M.: Nauka, 1982. – 320 P. [in Russian]
3. Alojan A.E. Modelirovanie dinamiki i kinetiki gazovyh primesej i ajerozolej v atmosfere [Modeling of dynamics and kinetics of gas impurities and aerosols in the atmosphere] / A.E. Alojan. – M.: Nauka, 2008. – 415 P. [in Russian]
4. Babeshko V.A. K voprosu modelirovaniya processov perenosa v jekologii, sejsmologii i ih prilozheniya [To the problem of modeling transport processes in ecology, seismology and their applications] / V.A. Babeshko, M.V. Zareckaja, I.V. Rjadchikov // Jekologicheskij vestnik nauchnyh centrov Chernomorskogo jekonomicheskogo sotrudnichestva [Ecological bulletin of scientific centers of the Black Sea Economic Cooperation]. – 2008. – № 3. – P. 20–25. [in Russian]
5. Zareckaja M.V. Issledovanie vliyaniya raznotipnosti podstilayushchih poverhnostej na process massoperenosa v sloisto-neodnorodnyh sredah [Investigation of the influence of the heterogeneity of the underlying surfaces on the process of mass transfer in layered inhomogeneous media] / M.V. Zareckaja // Jekologicheskij vestnik nauchnyh centrov Chernomorskogo jekonomicheskogo sotrudnichestva [Ecological bulletin of scientific centers of the Black Sea Economic Cooperation]. – 2003. – № 1. – P. 42. [in Russian]
6. Babeshko V.A. Block elements with a cylindrical boundary in macro-and nanostructures / V.A. Babeshko, O.V. Evdokimova, O.M. Babeshko // Doklady Physics. – 2011. – Volume 56. Issue 10. – P. 544–547.
7. Babeshko V.A. The differential factorization method for a block structure / V.A. Babeshko, O.V. Evdokimova, O.M. Babeshko, M.V. Zaretskaya, A.V. Pavlova // Doklady Physics. – 2009. – Volume 54. Issue 1. – Pages 25–28.
8. Zareckaja M.V. Modelirovanie processa perenosa v vodnoj srede produktov grjazevulkanicheskoy dejatel'nosti [Modeling the process of transport in the aquatic environment of products of mud volcanic activity] / M.V. Zareckaja, V.A. Babeshko, S.V. Ratner // Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse [Environmental protection in the oil and gas sector]. – 2008. – № 11. – S. 27–29. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.098>Ковыршина А.И.<sup>1</sup>, Лапшина Е.С.<sup>2</sup><sup>1</sup>Кандидат физико-математических наук,<sup>2</sup>Кандидат физико-математических наук,

Иркутский государственный университет

**О ПРЕДСТАВЛЕНИИ СТАБИЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА СВОБОДНОЙ НИЛЬПОТЕНТНОЙ ГРУППЫ****Аннотация**

Для того чтобы найти нетривиальный стабильный элемент свободной нильпотентной группы необходимо выделить все возможные виды базисных коммутаторов, из которых в дальнейшем строится кандидат на стабильный элемент. Статья посвящена описанию трех видов коммутаторов, каждый из которых тесно связан с двумя другими. Так, если в представление стабильного элемента входят коммутаторы одного из видов, то и остальные виды должны быть представлены в разложении этого элемента. Рассматривается свободная нильпотентная группа ранга 3 степени 12.

**Ключевые слова:** автоморфизмы групп, неподвижные точки, нильпотентные группы.

Kovyrshyna A.I.<sup>1</sup>, Lapshyna E.S.<sup>2</sup><sup>1</sup>PhD in Physics and Mathematics,<sup>2</sup>PhD in Physics and Mathematics,

Irkutsk State University

**ON REPRESENTATION OF A STABLE ELEMENT OF A FREE NILPOTENT GROUP****Abstract**

In order to find a nontrivial stable element of a free nilpotent group, it is necessary to isolate all possible types of basic commutators that are later used to build a candidate for a stable element. The article is devoted to the description of three kinds of switches; each of them is closely related to the other two. For example, if the representation of a stable element includes commutators of one of the types, then the remaining species must be represented in the expansion of this element. We consider a free nilpotent group of rank 3 and of order 12.

**Keywords:** automorphisms of groups, fixed points, nilpotent groups.

Стабильными элементами называются элементы группы, которые неподвижны относительно всех ее автоморфизмов.

Интерес к проблеме существования нетривиальных стабильных элементов в свободных нильпотентных группах обусловлен результатами работ Ф. Вефера (1949 г.) и М. Барроу (1958 г.) в области изучения инвариантов Ли свободных колец Ли. Условия на ранг и степень свободных нильпотентных групп, в которых существуют стабильные элементы, получили А. Папистас [2], Е. Форманек [3]. Методы построения стабильных элементов с представлением некоторых серий таких элементов представлены В.В. Блудовым [1], А.И. Ковыршиной [4, 5]. В работе [4] показан пример нетривиального стабильного элемента, который представлен в виде произведения 22 базисных коммутаторов одного вида. Настоящая статья посвящена нетривиальному стабильному элементу, в разложении которого участвуют 36 коммутаторов трех различных видов. При этом, исключение хотя бы одного коммутатора любого из трех видов делает элемент нестабильным.

Рассмотрим следующие подмножества базисных коммутаторов третьего коммутанта группы  $F_{3,12}$ :  $M_1$  – совокупность коммутаторов вида  $[[[****][*]]][[*][*][*]]$ ,  $M_2$  – совокупность коммутаторов вида  $[[[*][*][*]][[****][*]]]$ ,  $M_3$  – совокупность коммутаторов вида  $[[[*][*][*]][[*][*][*]]]$ . Введем обозначения для следующих автоморфизмов группы  $F_{3,12}$  со свободными образующими  $a$ ,  $b$  и  $c$ :

$$\varphi_{13}: a \rightarrow a + c, b \rightarrow b, c \rightarrow c; \quad \varphi_{21}: a \rightarrow a, b \rightarrow b + a, c \rightarrow c;$$

$$\varphi_{32}: a \rightarrow a, b \rightarrow b, c \rightarrow c + b.$$

Известно, что если элемент  $g$  группы  $F_{3,12}$  удовлетворяет условию  $\varphi_{13}(g) = \varphi_{21}(g) = \varphi_{32}(g) = g$ , то  $g$  – стабильный элемент.

В настоящей работе доказана следующая теорема:

**Теорема:** Пусть  $g = \sum m_i u_i$  – линейная комбинация базисных коммутаторов, хотя бы один из которых принадлежит множеству  $M_1$ ,  $M_2$  или  $M_3$ . Если  $g$  – нетривиальный стабильный элемент группы  $F_{3,12}$ , то число коммутаторов, участвующих в представлении элемента  $g$  не меньше 36.

Доказательство. Для описания процесса построения нетривиального стабильного элемента введем обозначения базисных коммутаторов указанных множеств. Базисными элементами множества  $M_1$  с однородным вхождением образующих являются:

$$\begin{aligned} u_1 &= [[[bcaa][ab]][[ac][bc][bc]]], u_2 = [[[acba][ab]][[ac][bc][bc]]], \\ u_3 &= [[[bcba][ab]][[ac][bc][ac]]], u_4 = [[[acbb][ab]][[ac][bc][ac]]], \\ u_5 &= [[[acca][ab]][[ab][bc][bc]]], u_6 = [[[accb][ab]][[ab][bc][ac]]], \end{aligned}$$

$$u_7 = [[[bcca][ab]][[ab][bc][ac]]], u_8 = [[[bccb][ab]][[ab][ac][ac]]], \\ u_9 = [[[abba][ac]][[ac][bc][bc]]], u_{10} = [[[acba][ac]][[ab][bc][bc]]].$$

Мы не можем ограничиться рассмотрением линейной комбинации только элементов множества  $M_1$ , так как после действия на них автоморфизмами, происходит нарушение базисности и меняется вид базисных коммутаторов. Так, в образ  $(u_3)^{\varphi_{32}}$  входит коммутатор  $[[[ac][bc][ab]][[bcba][ab]]]$ , который является элементом множества  $M_2$ . При конструировании кандидата на стабильный элемент, необходимо добавить базисные коммутаторы множества  $M_2$ , которые обозначим так:

$$u_{11} = [[[ac][bc][ab]][[bcca][ab]]], u_{12} = [[[ac][bc][ab]][[accb][ab]]], \\ u_{13} = [[[ab][bc][ab]][[accc][ab]]], u_{14} = [[[ab][ac][ab]][[bccc][ab]]], \\ u_{15} = [[[ab][bc][bc]][[bcaa][ac]]], u_{16} = [[[ac][bc][ac]][[abbb][ac]]], \\ u_{17} = [[[ac][bc][ab]][[bcba][ac]]], u_{18} = [[[ab][bc][ac]][[bcba][ac]]], \\ u_{19} = [[[ac][bc][ab]][[acbb][ac]]], u_{20} = [[[ab][bc][ac]][[acbb][ac]]], \\ u_{21} = [[[ab][bc][ab]][[accb][ac]]], u_{22} = [[[ab][bc][ab]][[bcca][ac]]], \\ u_{23} = [[[ab][ac][ab]][[bccb][ac]]], u_{24} = [[[ab][ac][ac]][[bcbb][ac]]], \\ u_{25} = [[[ac][bc][bc]][[abaa][bc]]], u_{26} = [[[ac][bc][ac]][[abba][bc]]], \\ u_{27} = [[[ab][bc][bc]][[acaa][bc]]], u_{28} = [[[ac][bc][ab]][[acba][bc]]], \\ u_{29} = [[[ab][bc][ac]][[acba][bc]]], u_{30} = [[[ab][bc][ac]][[bcaa][bc]]], \\ u_{31} = [[[ab][bc][ab]][[acca][bc]]], u_{32} = [[[ab][ac][ac]][[acbb][bc]]], \\ u_{33} = [[[ab][ac][ab]][[accb][bc]]], u_{34} = [[[ab][ac][ab]][[bcca][bc]]], \\ u_{35} = [[[ac][bc][ab]][[bcaa][bc]]], u_{36} = [[[ab][ac][ac]][[bcba][bc]]].$$

Рассмотрим в элементы каких множеств переходят коммутаторы из  $M_2$  после применения к ним автоморфизмов вида  $\varphi_{ij}$ . Некоторые элементы из  $M_1$ ,  $M_2$  содержат подкоммутатор  $[a, c, b, b]$ , образ которого под действием автоморфизма  $\varphi_{21}$  равен  $([a, c, b, b])^{\varphi_{21}} = [a, c, b, b] + [a, c, a, b] + [a, c, b, a] + [a, c, a, a]$ . Коммутатор  $[a, c, a, b]$  не является базисным, его разложение на базисные имеет вид  $[a, c, a, b] = -[[a, b][a, c]] + [a, c, b, a]$ . Поэтому, в результате применения  $\varphi_{21}$ , например, к элементу  $u_{32} = [[[ab][ac][ac]][[acbb][bc]]]$  мы получим следующую сумму базисных коммутаторов:

$$(u_{32})^{\varphi_{21}} = u_{32} - [[[ab][ac][ac]][[ab][ac][bc]]] + 2[[[ab][ac][ac]][[acba][bc]]] = \\ = u_{32} - [[[ab][ac][ac]][[ab][bc][ac]]] + [[[ab][ac][ac]][[ac][bc][ab]]] + \\ + 2[[[ab][ac][ac]][[acba][bc]]] = u_{32} - [[[ab][ac][ac]][[ab][bc][ac]]] - \\ - [[[ac][bc][ab]][[ab][ac][ac]]] + 2[[[ab][ac][ac]][[acba][bc]]].$$

В нее входят коммутаторы, принадлежащие  $M_3$ . Таким образом, в автоморфном образе элементов из  $M_2$  кроме элементов из  $M_2$  содержатся элементы из  $M_3$ . Введем обозначения базисных коммутаторов из  $M_3$ :

$$u_{37} = [[[ab][bc][ab]][[ac][bc][ac]]], u_{38} = [[[ac][bc][ab]][[ab][bc][ac]]], \\ u_{39} = [[[ab][ac][ac]][[ab][bc][bc]]], u_{40} = [[[ab][ac][ab]][[ac][bc][bc]]].$$

Составим линейную комбинацию  $g = \sum_{i=1}^{40} m_i u_i$ ,  $m_i \in \mathbb{Z}$  всех базисных коммутаторов множеств  $M_k$ ,  $k = 1, 2, 3$ .

Последовательно будем действовать на  $g$  автоморфизмами указанных выше видов. После перевода всех небазисных коммутаторов в сумму базисных, устраиваем разбиение элементов в зависимости от их принадлежности множествам  $M_k$ ,  $k = 1, 2, 3$  с целью получения условий на коэффициенты  $m_i$ ,  $i = \overline{1, \dots, 40}$ .

После применения автоморфизма  $\varphi_{21}$  к элементу  $g$  и приведения всех коммутаторов к базисному виду, выделим линейную комбинацию элементов из  $M_1$ :

$$\begin{aligned}
& (m_1 + m_2)[[acaa][ab]][[ac][bc][bc]] + (m_1 + m_3)[[bcaa][ab]][[ac][bc][ac]] + \\
& + (m_2 + m_3 + 2m_4)[[acba][ab]][[ac][bc][ac]] + (2m_5 + m_6 + m_7)[[acca][ab]][[ab][bc][ac]] + \\
& + (m_6 + m_8)[[accb][ab]][[ab][ac][ac]] + (m_7 + m_8)[[bccb][ab]][[ab][ac][ac]] + \\
& + (m_9 - m_{25})[[abaa][ac]][[ac][bc][bc]] + (m_{10} - m_{15} - m_{27})[[acaa][ac]][[ab][bc][bc]]
\end{aligned}$$

Для вычисления значений  $m_i$  необходимо приравнять к нулю коэффициенты этого выражения. Как было отмечено ранее, в автоморфный образ элемента  $g$  входят коммутаторы из  $M_2$  (не по причине включения в  $g$  базисных коммутаторов из названного множества). Поэтому нельзя ограничиться рассмотрением лишь указанной суммы, необходимо также получить линейную комбинацию элементов из  $M_2$ :

$$\begin{aligned}
& (m_5 + m_{11} + m_{12})[[ac][bc][ab]][[acca][ac]] + (m_{13} + m_{14})[[ab][ac][ab]][[accc][ab]] + \\
& + (2m_{15} + m_{18} + m_{30})[[ab][bc][ac]][[bcaa][ac]] + (-m_{15} + m_{17} + m_{35}) \times \\
& \times [[ac][bc][ab]][[bcaa][ac]] + (2m_{16} + m_{26} - m_9)[[ac][bc][ac]][[abba][ac]] + \\
& + (m_{10} + m_{17} + 2m_{19} + m_{28})[[ac][bc][ab]][[acba][ac]] + \\
& + (m_{18} + 2m_{24} + m_{36})[[ab][ac][ac]][[bcba][ac]] + (m_{18} + 2m_{20} + m_{29} - 2m_{10}) \times \\
& \times [[ab][bc][ac]][[acba][ac]] + (m_{20} + m_{24} + m_{32})[[ab][ac][ac]][[acbb][ac]] + \\
& + (m_{21} + m_{23} + m_{33})[[ab][bc][ab]][[accb][ac]] + (m_{21} + m_{22} + m_{31})[[ab][bc][ab]][[acca][ac]] + \\
& + (m_{22} + m_{23} + m_{34})[[ab][ac][ab]][[bccb][ac]] + (m_{25} + m_{26})[[ac][bc][ac]][[abaa][bc]] + \\
& + (2m_{27} + m_{29} + m_{30})[[ab][bc][ac]][[acaa][bc]] + (-m_{27} + m_{28} + m_{35}) \times \\
& \times [[ac][bc][ab]][[acaa][bc]] + (m_{36} + m_{30})[[ab][ac][ac]][[bcaa][bc]] + \\
& + (m_{29} + m_{36} + 2m_{32})[[ab][ac][ac]][[acba][bc]] + \\
& + (m_{31} + m_{33} + m_{34})[[ab][ac][ab]][[acca][bc]].
\end{aligned}$$

Аналогичным образом действуем автоморфизмами  $\varphi_{13}$ ,  $\varphi_{32}$ . Чтобы не перегружать данную работу коммутаторными вычислениями, запишем итоговую систему линейных уравнений, решение которой дает целые значения для коэффициентов, участвующих в выражении элемента  $g$  через базисные:

$$\begin{aligned}
& -m_7 + m_{11} - m_{13} + m_{22} = 0, -m_3 + m_{11} - m_{12} + m_{17} = 0, -m_6 + m_{12} + 3m_{13} + m_{21} = 0, \\
& -m_4 + m_{19} + 2m_{12} = 0, -m_8 + 2m_{14} + m_{23} = 0, m_{16} + m_{20} = 0, \\
& m_{16} + m_{19} = 0, m_{17} + m_{18} + m_{22} - m_{21} = 0, m_{19} + m_{20} + 2m_{21} = 0, \\
& m_{23} + m_{24} = 0, m_{25} + m_{27} = 0, m_{26} + m_{29} = 0, m_{26} + m_{28} = 0, \\
& m_{28} + m_{29} + 2m_{31} = 0, m_{30} - m_{31} + m_{35} = 0, m_{22} = 0, \\
& -m_{33} + m_{34} + m_{36} = 0, m_1 - m_5 - m_{15} = 0, m_2 + m_9 = 0, \\
& m_2 + 2m_5 + m_{10} = 0, m_3 - m_6 + m_7 - m_{18} = 0, m_4 - m_{16} = 0, \\
& m_4 + 2m_6 - m_{20} = 0, m_8 - m_{24} = 0, m_9 + m_{10} = 0, \\
& m_{37} + m_{40} + m_{21} + m_6 = 0, m_{37} - m_{40} - m_{12} + 3m_{13} = 0, m_{38} + m_{39} + m_{33} = 0.
\end{aligned}$$

Общее решение объединенной системы уравнений имеет вид:

$$m_j = t, \quad j = 2, 3, 6, 7, 10, 13, 18, 19, 20, 23, 26, 27, 31, 36, 38;$$

$$m_j = -t, \quad j = 1, 4, 5, 8, 9, 12, 14, 16, 21, 24, 25, 28, 29, 30, 34, 39;$$

$$m_j = 2t, \quad j = 11, 35, 40; \quad m_j = -2t, \quad j = 17, 37;$$

$$m_j = 0, \quad j = 15, 22, 32, 33.$$

Так как все коэффициенты зависят от одной свободной переменной  $t \in \mathbb{Z}$ , то число коммутаторов, участвующих в представлении элемента стабильного элемента не меньше 36. Теорема доказана.

#### Список литературы / References

1. Блудов В.В. Неподвижные точки относительно всех автоморфизмов в свободных нильпотентных группах / В.В. Блудов // Третий Сибирский конгресс по прикладной и индустриальной математике: тезисы докл. – Ч.5. – Новосибирск, 1998.
2. Papistas A. A note on fixed points of certain relatively free nilpotent groups / A. Papistas // Communications in algebra. – 2001. – No. 29. – P. 4693-4699.

3. Formanek E. Fixed points and centers of automorphism groups of free nilpotent groups / E. Formanek // Communications in algebra. – 2002. – No. 30. – Pp. 1033-1038.

4. Ковыршина А.И. Неподвижные элементы в свободных нильпотентных группах ранга три / А.И. Ковыршина // Вестник НГУ. Серия: Математика, механика, информатика. – 2008. – Т.8, вып.2. – С. 85–91.

5. Ковыршина А.И. Стабильные элементы в свободных нильпотентных группах ранга три / А.И. Ковыршина // Вестник Омского университета. – 2010. – №4 (58). – С. 20–23.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Bludov V.V. Nepodvizhnye tochki otnositel'no vseh avtomorfizmov v svobodnyh nil'potentnyh gruppah [Fixed points with respect to all automorphisms in free nilpotent groups] / V.V. Bludov // Tretij Sibirskij kongress po prikladnoj i industrial'noj matematike: tezisy dokladov [Third Siberian Congress on Industrial and Applied Mathematics]. Novosibirsk, 1998. Part 5. [in Russian]

2. Papistas A. A note on fixed points of certain relatively free nilpotent groups/ A. Papistas // Communications in algebra. – 2001. – No. 29. – P. 4693–4699.

3. Formanek E. Fixed points and centers of automorphism groups of free nilpotent groups / E. Formanek // Communications in algebra. – 2002. – No. 30. – P. 1033–1038.

4. Kovyreshina A.I. Nepodvizhnye jelementy v svobodnyh nil'potentnyh gruppah ranga tri [Fixed points in the free nilpotent groups of rank three] / A.I. Kovyreshina // Vestnik NGU. Ser. Matematika, mehanika, informatika. [Vestnik Novosibirsk State University. Mathematics]. – 2008. – V.8. No. 2 – P. 85–91. [in Russian]

5. Kovyreshina A.I. Stabil'nye jelementy v svobodnyh nil'potentnyh gruppah ranga tri [Fixed points with respect to all automorphisms of the free nilpotent groups for three generators] / A.I. Kovyreshina // Vestnik Omskogo universiteta. [Herald of Omsk University]. – 2010. – No. 4 (58). – P. 20–23. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.004>

Козий А.А.<sup>1</sup>, Минченко И.И.<sup>2</sup>, Комарова М.Г.<sup>3</sup>, Киктенко Е.О.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0003-0063-5834, Студент,

<sup>2</sup>ORCID: 0000-0001-8895-4850, Студент,

<sup>3</sup>ORCID: 0000-0002-1744-2556, Студент,

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

<sup>4</sup>ORCID: 0000-0001-5760-441X, Ассистент-преподаватель,

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный сотрудник, Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук

*Авторы работы выражают глубокую благодарность Скуйбину Б.Г. за предоставленную возможность выполнения работы в рамках проекта студенческой экспериментальной лаборатории физики (СЭЛФ) МГТУ им. Н.Э. Баумана. Работа К.Е.О. выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-2815.2017.1.*

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ И КВАЗИ-ВЕРОЯТНОСТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

##### Аннотация

*Приведены теоретические сведения о функциях распределения вероятности и квази-вероятности (функции Вигнера), а также методах их нахождения для различных классических и квантовых задач соответственно. Разработана компьютерная программа, позволяющая моделировать эволюцию функции распределения вероятности и квази-вероятности для различных задач. Продемонстрировано, что вероятностные и квази-вероятностные распределения могут иметь как сходства, так и различия для каждой конкретной задачи.*

**Ключевые слова:** квази-вероятностное распределение, функция Вигнера, свободная частица, квантовый гармонический осциллятор, потенциальная яма с бесконечно высокими стенками.

Kozyi A.A.<sup>1</sup>, Minchenko I.I.<sup>2</sup>, Komarova M.G.<sup>3</sup>, Kiktenko E.O.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0003-0063-5834, Student, <sup>2</sup>ORCID: 0000-0001-8895-4850, Student,

<sup>3</sup>ORCID: 0000-0002-1744-2556, Student, Bauman Moscow State Technical University

<sup>4</sup>ORCID: 0000-0001-5760-441X, Assistant lecturer,

Bauman Moscow State Technical University

Research Scientist, Steklov Mathematical Institute of RAS

*The authors of the paper express their deep gratitude to Skuibin B.G. For the given opportunity to perform work within the framework of the project of the student experimental physics laboratory (SELF) MSTU. N.E. Bauman. The work of K.E.O. Was supported by the grant of the President of the Russian Federation No. MK-2815.2017.1.*

#### STUDY OF PROBABLE AND QUASI-PROBABLE DISTRIBUTIONS WITH THE HELP OF SPECIALIZED SOFTWARE

##### Abstract

*The article provides theoretical information on probability and quasi-probability (Wigner functions) distribution functions, as well as on the methods for finding them for various classical and quantum problems, respectively. We developed a computer program that enables the modeling of the evolution of the probability and quasi-probability distribution function for various problems. It is demonstrated that probable and quasi-probable distributions can have both similarities and differences for each particular problem.*

**Keywords:** quasi-probability distribution, Wigner function, free particle, quantum harmonic oscillator, potential well with infinitely high walls.



## Введение

Функция распределения вероятности в фазовом пространстве (пространстве координат и импульсов) представляет собой эффективный метод описания поведения частиц в классической механике [1]. Использование аппарата теории вероятности в этом случае обычно обусловлено неизбежным наличием погрешности при задании начального состояния частицы, связанным с конечной разрешающей способностью реальных приборов.

Ситуация меняется коренным образом при переходе к квантовой механике, в которой ограничения на точность одновременного определения координаты и импульса связаны уже фундаментальным принципом неопределенности Гейзенберга. Обычно для описания частиц в квантовой механике используются волновые функции (в общем случае матрицы плотности), с помощью которых возможно получить функции распределения вероятности для координаты и импульса по-отдельности [2].

Тем не менее, существуют также альтернативные способы описания квантовых частиц, в том числе с точки зрения их положения в фазовом пространстве. Однако, в отличие от классических частиц, для которых распределения вероятностей представляют собой неотрицательные, нормированные на единицу функции, в квантовом случае сохраняется лишь требование нормированности, в то время, как сама функция распределения может принимать в том числе и отрицательные значения. Именно поэтому, говорится о квази-вероятностных распределениях.

Важнейшим примером функции распределения квази-вероятности является функция Вигнера [3], задаваемая в одномерном случае выражением

$$W(x, p, t) = \frac{1}{\pi\hbar} \int_{-\infty}^{+\infty} \psi^*(x+y, t) \psi(x-y, t) e^{\frac{2ipy}{\hbar}} dy \quad (1)$$

где  $\psi$  – волновая функция, зависящая от координаты и времени,  $\hbar$  – приведенная константа Планка,  $x$  – координата,  $p$  – импульс,  $t$  – время. Важно отметить, что отрицательность функции Вигнера для определенных значений координаты и импульса свидетельствует о явном проявлении квантовых свойств данной системой [4].

Функции распределения вероятности отдельно по координате и импульсу могут быть получены по формулам, аналогичным формулам для классических совместных распределений:

$$W_x(x, t) = \int_{-\infty}^{+\infty} W(x, p, t) dp$$

$$W_p(p, t) = \int_{-\infty}^{+\infty} W(x, p, t) dx$$

В настоящей работе рассматривалась задача о получении функции распределения (квази-) вероятности  $W(x, p, t)$  для различных параметров, определяющих (квази-) вероятностного распределения  $W_0(x, p)$  в начальный момент времени. Отметим, динамика классического распределения вероятности может быть получена по формуле

$$W(x, p, t) = W_0(X(x, -p, t), -P(x, -p, t)),$$

где  $W_0(x, p)$  – начальное распределение,  $X(x_0, p_0, t)$  и  $P(x_0, p_0, t)$  – координата и импульс частицы в момент времени  $t$ , при условии, что в начальный момент времени частица имела координату  $x_0$  и импульс  $p_0$ .

Динамика функции Вигнера для квантовых квази-вероятностных распределений была получена путем решения соответствующего уравнения Шредингера и подстановки волновой функции в определение (1).

### Описание программы

Для решения и моделирования поставленных задач была разработано специализированное программное обеспечение, позволяющие изучать конкретную интересующую задачу с определенными начальными параметрами. Всего было рассмотрено три задачи:

- 1) свободная частица;
- 2) частица в гармоническом потенциале;
- 3) частица в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.

Каждая из задач соответственно была рассмотрена в рамках классической и квантовой механики.

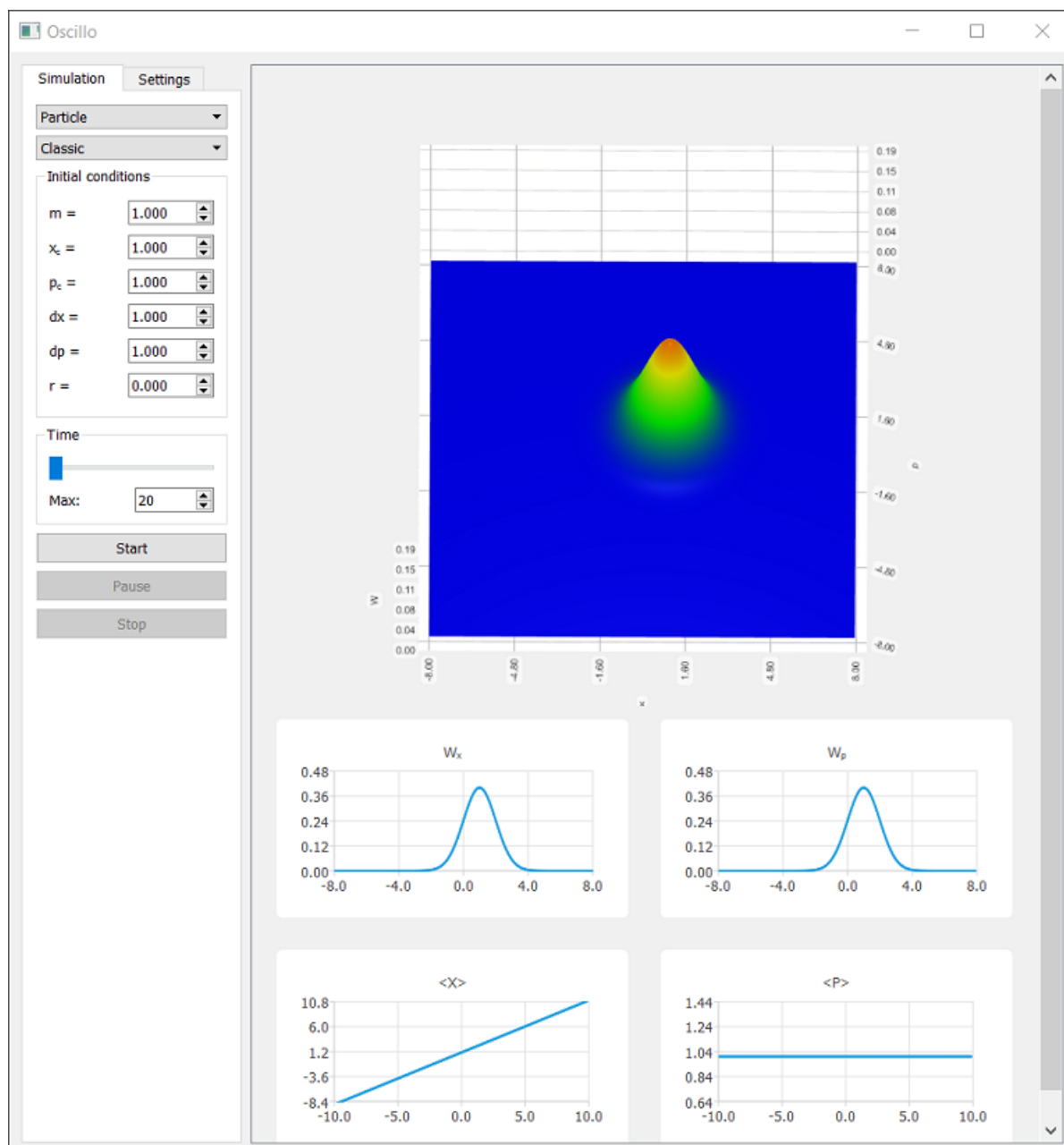


Рис. 1 – Пример интерфейса программы

На Рис. 1 представлен пример работы программы. В центральной области расположен трехмерный график (квази-) вероятностного распределения. Ниже центральной области прорисовываются графики одномерного распределения ( $W_x$  и  $W_p$ ) и средние значения ( $\langle x \rangle$  и  $\langle p \rangle$ ) по координате и импульсу. В левом верхнем углу выбирается интересующая задача и ее тип – классическая или квантовая. Ниже располагается область установления начальных значений – «Initial conditions». Разным задачам соответствуют разные переменные в этой области. Еще ниже находится область управления временем моделирования – «Time». Задавая значение «Max» можно варьировать время, в течении которого будет записываться в память программы динамика функции вероятности. Это дает возможность просматривать тот временной отрезок, который представляет наибольший интерес для наблюдателя. Функция перематки осуществляется ползунком. Кнопки «Start», «Pause», «Stop» - используются для старта, приостановки, завершения моделирования соответственно.

Во вкладке «Settings» устанавливаются дополнительные параметры, отвечающие за вывод программы. К ним относятся размеры наблюдаемой области фазового пространства, качество прорисовки трехмерного и двумерных графиков. Также можно устанавливать сглаживание трехмерного графика, отображение сетки и изменять стиль рабочего окна. Кроме того, доступен режим, переводящий промоделированную задачу в режим презентации.

Далее мы более подробно остановимся на каждой из рассмотренных задач.

#### Классическая свободная частица

Движение классической свободной частицы определяется выражениями

$$\begin{cases} x = x_0 + \frac{p_0}{m} t \\ p = p_0 \end{cases}$$

где  $m$  – масса частицы.

Функция распределения вероятности в этом случае будет иметь вид

$$W(x, p, t) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_p\sqrt{1-r^2}} \exp \left[ \frac{-1}{2(1-r^2)} \left( \frac{\left(x - \frac{p}{m}t - x_c\right)^2}{\sigma_x^2} - \frac{2r\left(x - \frac{p}{m}t - x_c\right)(p - p_c)}{\sigma_x\sigma_p} + \frac{(p - p_c)^2}{\sigma_p^2} \right) \right],$$

где  $\sigma_x$  и  $\sigma_p$  – среднеквадратичные отклонения по координате и импульсу,  $r$  – коэффициент корреляции,  $x_c$  и  $p_c$  – средние значения координаты и импульса в начальный момент времени.

В физике волн известно понятие дисперсии волнового пакета, отвечающее за скорость расплывания волнового пакета. Причиной расплывания является различие фазовых скоростей составляющих его волн, вследствие чего более быстрые волны уходят вперед, а более медленные отстают [5]. Примечательно, что волновой пакет не обязательно должен растягиваться. В программе имеется возможность продемонстрировать эффект сжатия волнового пакета за счет выбора отрицательного коэффициента корреляции. Для этого необходимо задать отрицательное значение корреляции (см. Рис. 2). Часть распределения с большими значениями импульсов находится левее части с меньшими значениями импульсов. По этой причине должно произойти сжатие и последующее растяжение волнового пакета, так как с течением времени часть распределения с большими значениями импульсов должна уходить правее части с меньшими значениями импульсов.

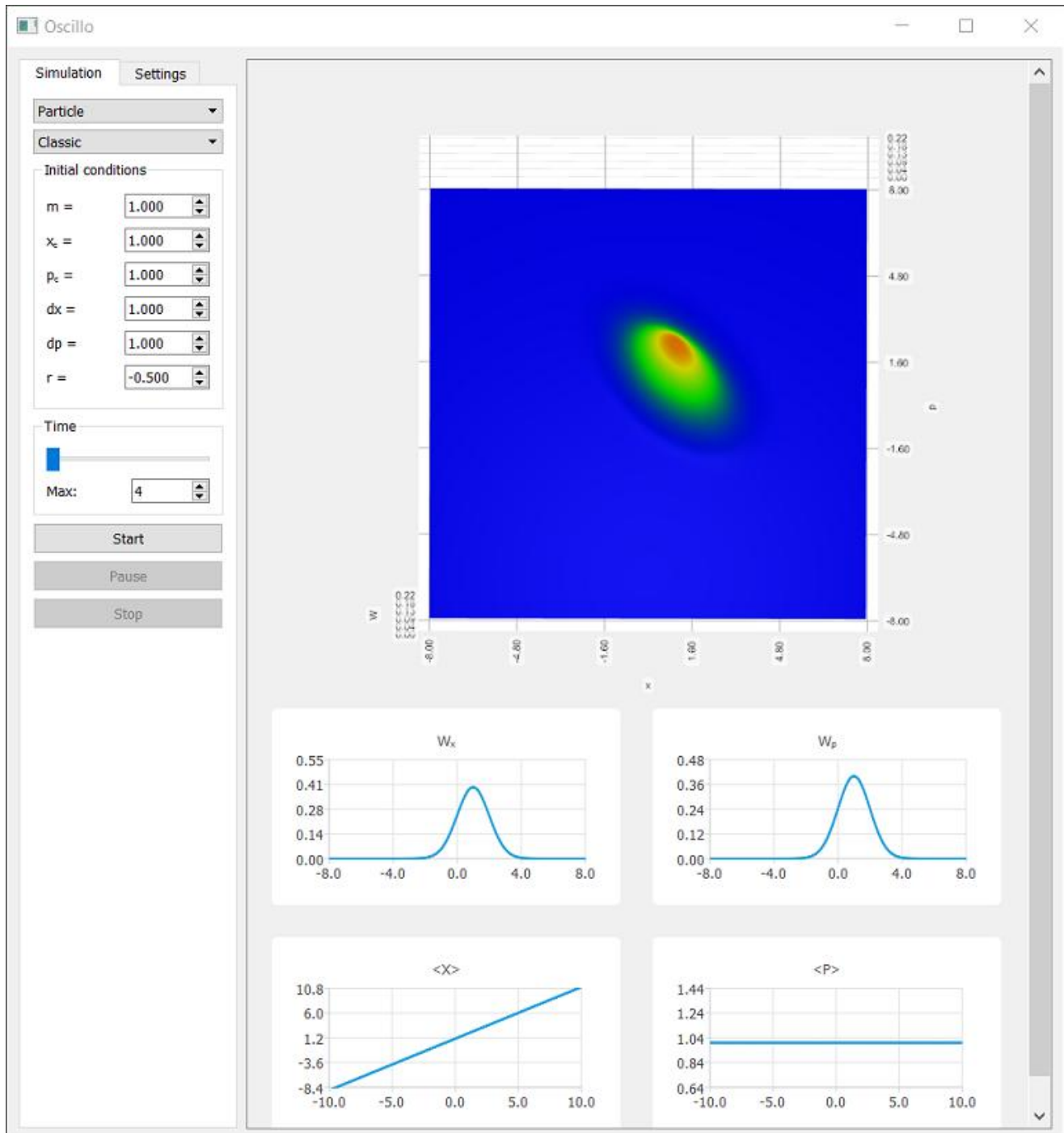


Рис. 2 – Функция вероятности для классической свободной частицы при  $t = 0$  с;  
входные параметры:  $m = 1, x_c = 1, p_c = 1, \sigma_x = 1, \sigma_p = 1, r = -0.5$

### Квантовая свободная частица

Начальное состояние частицы описывается следующей волновой функцией:

$$\psi_0(x) = \sqrt[4]{\frac{2}{\pi\sigma_x^2}} e^{ik_c x - \frac{(x-x_c)^2}{\sigma_x^2}}$$

где  $k_c$  – среднее значение волнового вектора.

Функция Вигнера для такой волновой функции имеет вид двумерного нормального распределения

$$W(x, p, t) = \frac{1}{\pi h} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\sigma_x^2}{h^2} (p - \hbar k_c)^2 + \frac{4}{\sigma_x^2 m^2} (pt - m(x - x_c))^2 \right) \right].$$

Таким образом, классическая и квантовая свободные частицы с точки зрения вероятностного рассмотрения ведут себя схожим образом. Тем не менее, между алгоритмами вычисления и моделирования обеих задач существует важное отличие: для классической задачи возможно задавать произвольные значения неопределенности по координате и импульсу, в случае квантовой задачи неопределенность по импульсу получается автоматически, так как в расчетах используется волновая функция, несущая себе заложенный принцип неопределенности.

### Классический гармонический осциллятор

Примером гармонического осциллятора в классической физике является система из закрепленной пружины, за которую зацеплен груз. Если такую систему вывести из положения равновесия, то она придет в колебательное движение, совершаемое по закону синуса или косинуса. В фазовом пространстве траектория движения частицы будет представлять собой эллипс. Функция вероятности имеет следующий вид:

$$W(x, p, t) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_p\sqrt{1-r^2}} \exp \left[ \frac{-1}{2(1-r^2)} \left( \frac{(x \cos(\omega t) - \frac{\sin(\omega t)p}{m\omega} - x_c)^2}{\sigma_x^2} - \frac{2r(x \cos(\omega t) - \frac{\sin(\omega t)p}{m\omega} - x_c)(\cos(\omega t)p + \sin(\omega t)xm\omega - p_c)}{\sigma_x\sigma_p} + \frac{(\cos(\omega t)p + \sin(\omega t)xm\omega - p_c)^2}{\sigma_p^2} \right) \right]$$

где  $\omega$  – циклическая частота колебаний.

Пример визуализации функции вероятности для классического гармонического осциллятора представлен на Рис. 3.

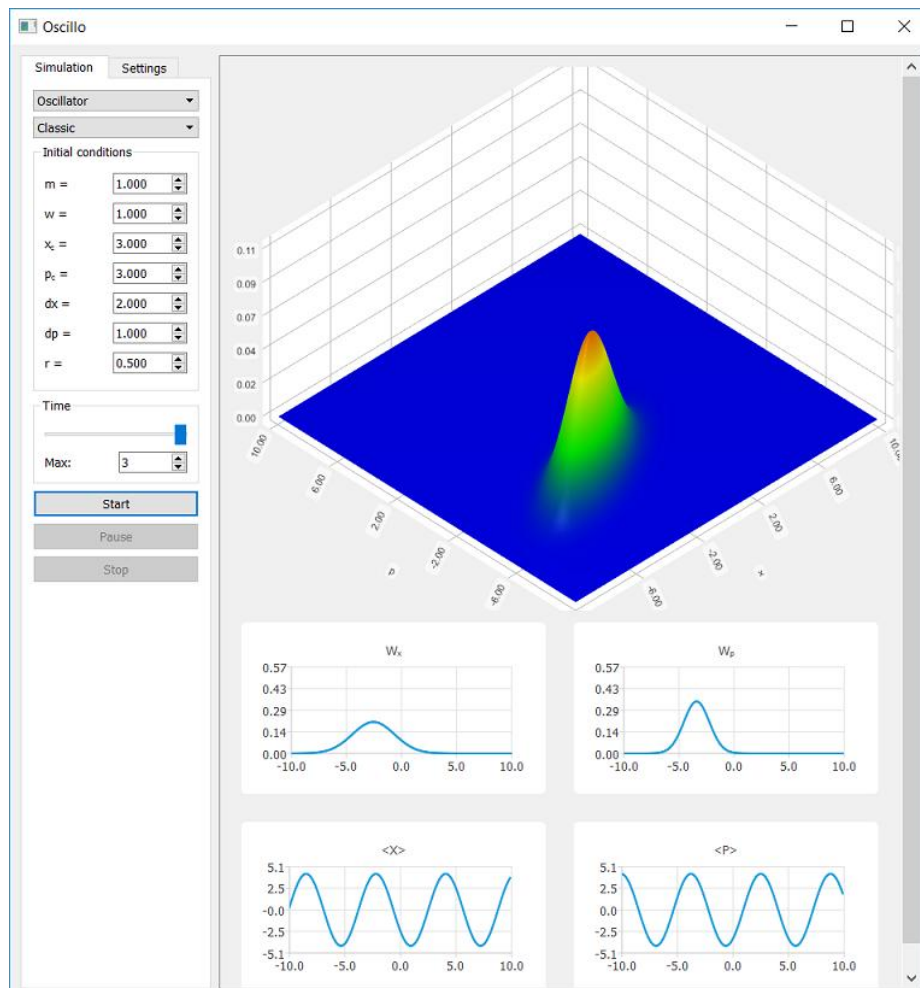


Рис. 3 – Функция вероятности для классического гармонического осциллятора при  $t = 3$  с; входные параметры:  $m = 1, \omega = 1, x_c = 3, p_c = 3, \sigma_x = 2, \sigma_p = 1, r = 0.5$

### Квантовый гармонический осциллятор

Из решения уравнения Шредингера для стационарных состояний были получены волновые функции, в состав которых входят полиномы Эрмита. Был произведен расчет и моделирование функции Вигнера для первых пяти (нулевое состояние и четыре ненулевых) состояний. Для примера, функция Вигнера для третьего стационарного состояния имеет вид:

$$W(3, X, P) = \frac{e^{-P^2 - X^2}}{6\pi p_0 q_0} (4P^6 - 18P^4 + 18P^2 - 36P^2 X^2 + 12P^2 X^4 + 12P^4 X^2 + 18X^2 - 18X^4 + 4X^6 - 3)$$

где  $q_0 = \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}}$  и  $p_0 = \sqrt{\hbar m\omega}$ ,  $X = \frac{x}{q_0}$  и  $P = \frac{p}{p_0}$  – перенормированная координата и импульс.

Пример визуализации функции квази-вероятности для квантового гармонического осциллятора  $n = 3$  представлен на Рис. 4:

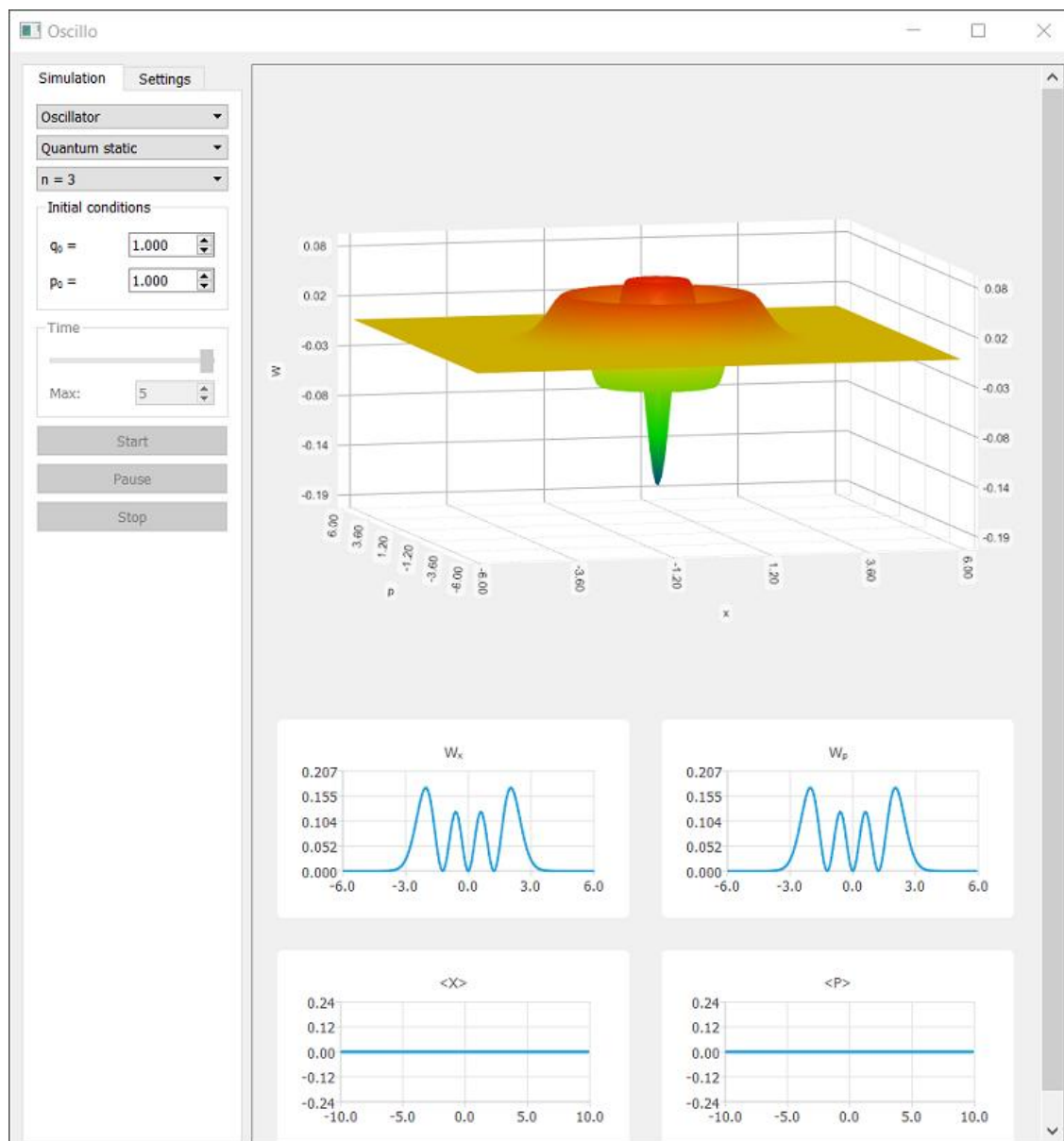


Рис. 4 – Функция квази-вероятности для третьего ( $n = 3$ ) стационарного состояния квантового гармонического осциллятора

Динамические состояния системы могут быть получены из стационарных состояний путем их линейной комбинации:

$$\psi = \sum_{n=1}^{\infty} C_n \psi_X^n(x) e^{-i \frac{E_n}{\hbar} t}$$

где  $\psi_X^n(x)$  – стационарная функция,  $C_n$  – коэффициенты линейного разложения,  $E_n$  – энергия, соответствующая данному состоянию.

В программе реализовано моделирование функции Вигнера, состоящей из первых четырех стационарных состояний (одно нулевое состояние и три ненулевых).

Визуализация функции квази-вероятности для динамических состояний в квантовом гармоническом осцилляторе представлена на Рис. 5.

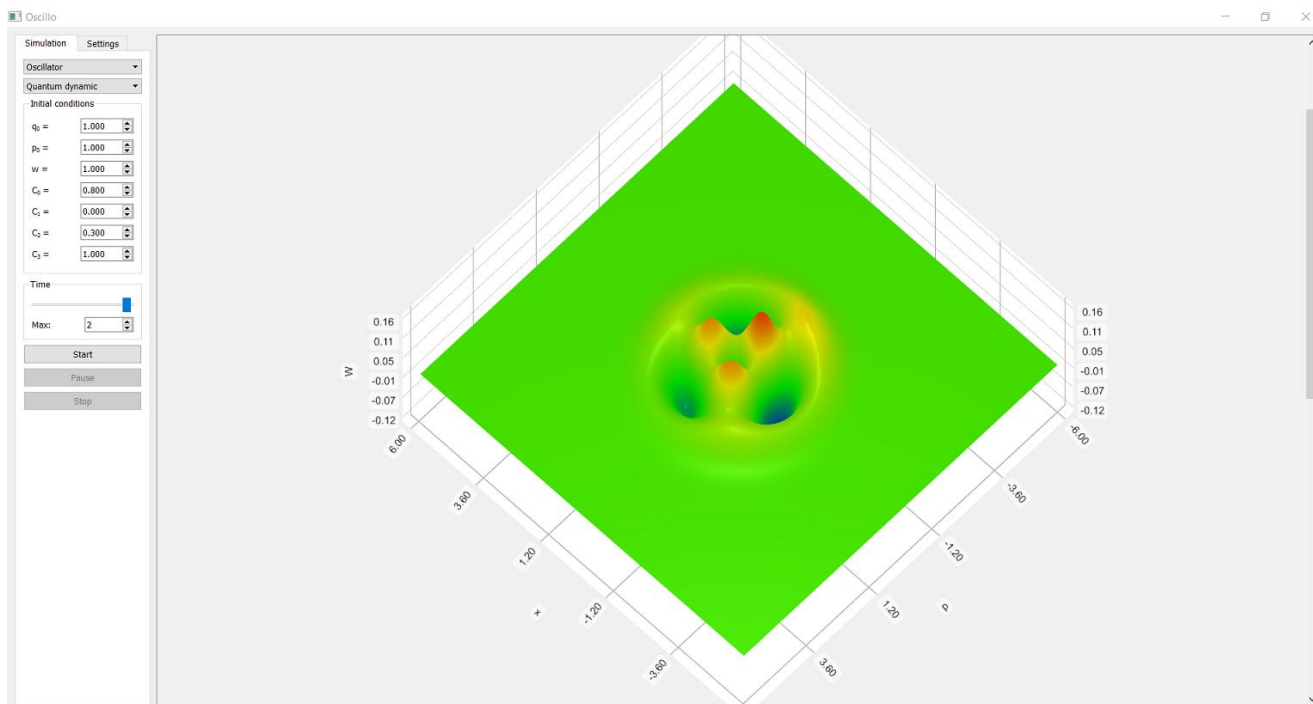


Рис. 5 – Функция квази-вероятности для динамического состояния квантового гармонического осциллятора ( $C_0 = 0.8, C_1 = 0, C_2 = 0.3, C_3 = 1$ ; входные параметры:  $q_0 = 1, p_0 = 1, \omega = 1$ )

Комбинации стационарных состояний с различными коэффициентами  $C_n$  могут давать очень различающиеся по форме квази-вероятностные распределения. Так же возможно создать состояние, динамика которого будет аналогична динамике классического гармонического осциллятора. Для этого необходимо воспользоваться распределением Пуассона. Визуализация функции квази-вероятности для динамического Пуассоновского состояния в квантовом гармоническом осцилляторе представлена на Рис. 6.

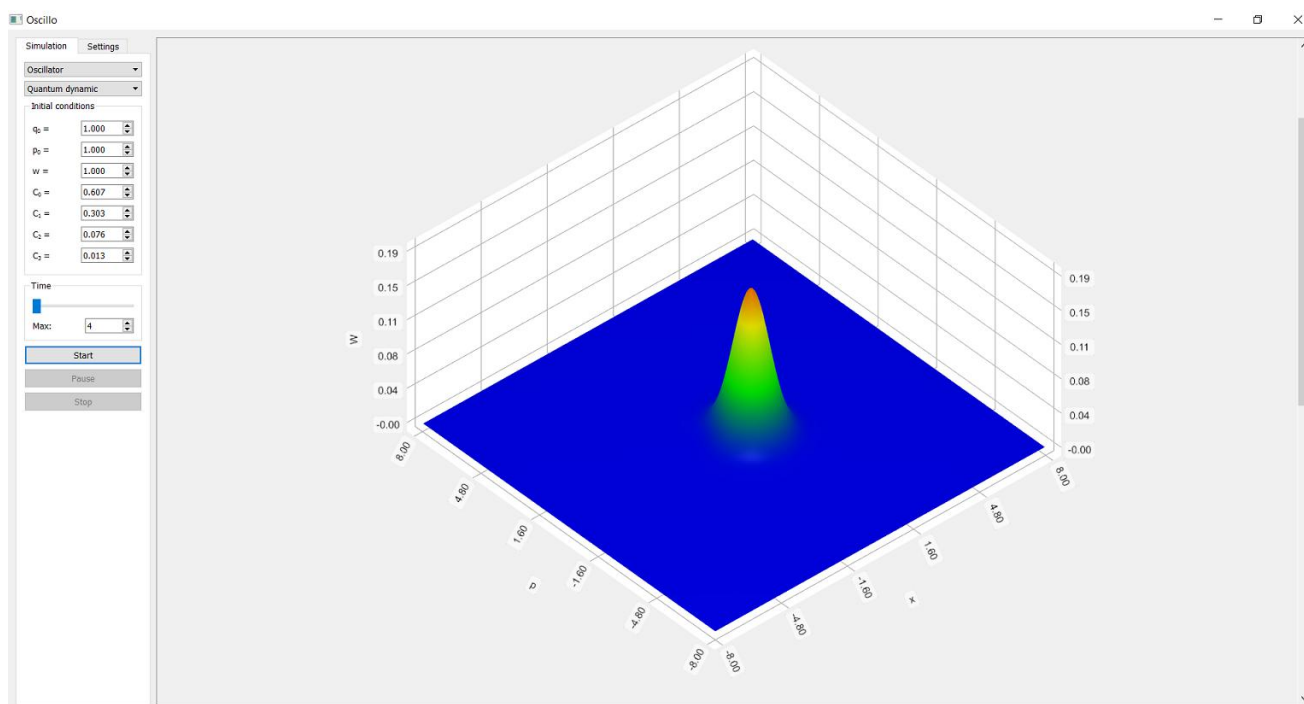


Рис. 6 – Функция квази-вероятности для динамического когерентного состояния квантового гармонического осциллятора

Классический и квантовый гармонические осцилляторы обладают существенно большими различиями, чем классическая и квантовая свободные частицы. На графиках можно заметить, что с классическим распределением совпадает только нулевое стационарное и динамическое Пуассоновское состояние квантового гармонического осциллятора (когерентное состояние). Остальные же состояния имеют гораздо более сложную структуру. Особенностью остальных состояний является то, что функция квази-вероятностного распределения принимает отрицательные значения. В классическом случае отрицательная плотность вероятности лишена смысла. Тем не менее, даже из функции вероятности, которая принимает отрицательные значения, получаются одномерные функции распределения, которые принимают только положительные значения.



### Классическая частица в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками

В классической задаче рассматривается динамика свободной частицы внутри потенциальной ямы, с учетом, что все удары частицы о стенку являются абсолютно упругими. После каждого отражения частицы о стенку, ее импульс будет меняться на противоположный (изменяется направление движения частицы). Динамика функции вероятности для свободной частицы в потенциальной яме по виду аналогична динамике функции вероятности для свободной частицы, но с учетом отражения от границ ямы.

С течением времени частица будет стремиться к «равномерному заполнению» потенциальной ямы по координате. Это значит, что вероятности найти ее в двух одинаковых по размеру областях по координате должны совпадать. Распределение по импульсу, напротив, должно сосредотачиваться относительно двух значений:  $p_0$  и  $-p_0$ .

Визуализация функции вероятности для свободной частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками представлено на Рис. 7.

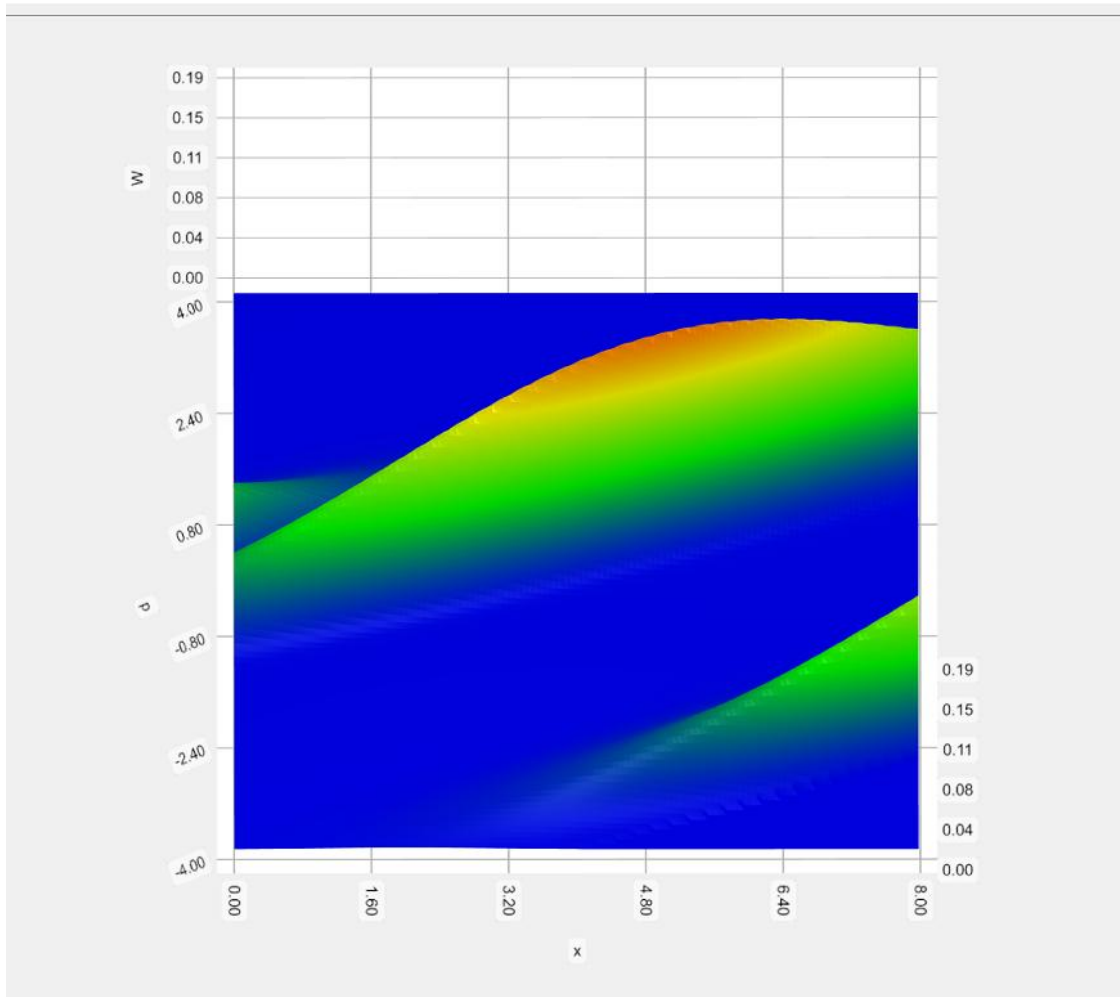


Рис. 7 – Функция вероятности для классической свободной частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками при  $t = 3$  с; входные параметры:  $m = 1, a = 8, x_c = 2, p_c = 1, \sigma_x = 1, \sigma_p = 1$

### Квантовая частица в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками

Волновые функции, описывающие стационарные состояния в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками выглядят следующим образом:

$$\psi(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{\pi n x}{a}\right), & \text{если } 0 \leq x \leq a \\ 0, & \text{если } x < 0 \text{ или } x > a \end{cases}$$

где  $a$  – ширина потенциальной ямы,  $n$  – номер стационарного состояния.

Функция Вигнера для такой волновой функции представляется достаточно объемной. Ее характерной особенностью является симметрия относительно центра ямы (в фазовом пространстве это симметрия относительно прямой  $x = \frac{a}{2}$ )

Визуализация функции квази-вероятности для квантовой свободной частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками:

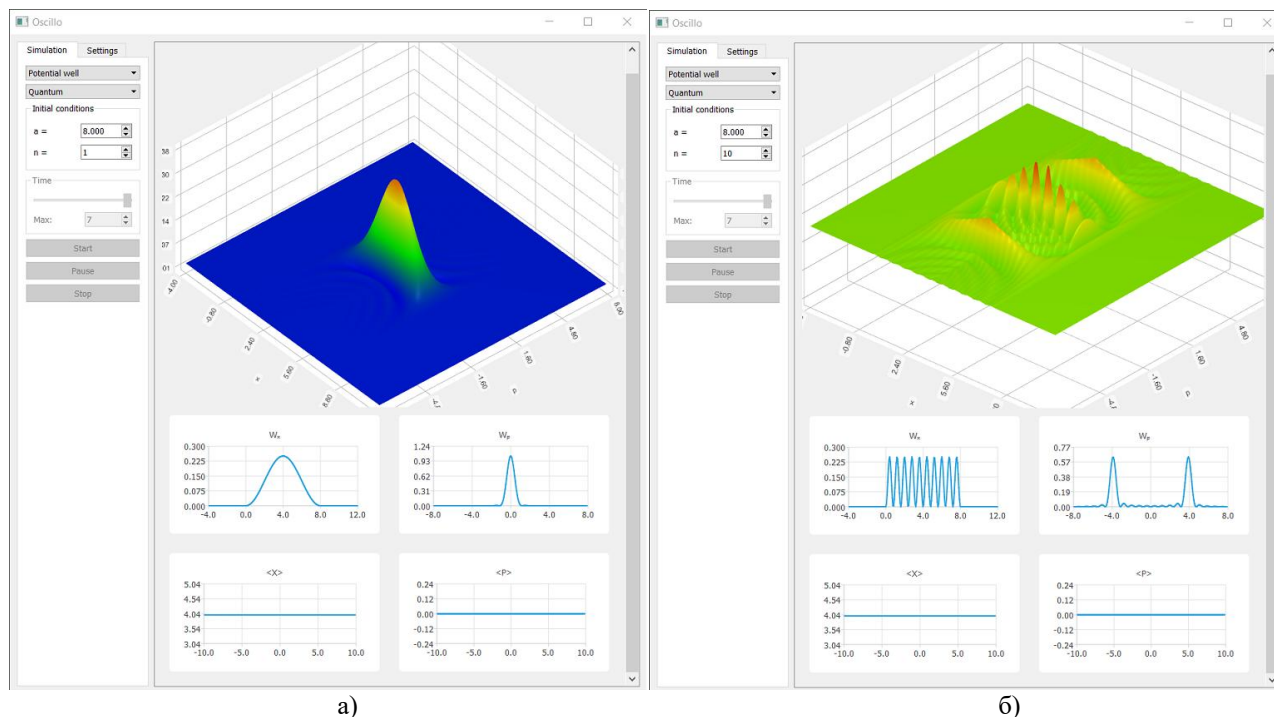


Рис. 8 – Функция квази-вероятности для стационарных состояний квантовой частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками: а) Первое состояние ( $n = 1$ ); б) Десятое состояние ( $n = 10$ );  
Входные параметры:  $a = 8$

Классическая и квантовая потенциальная яма имеют между собой большие различия. В классической задаче высота стенок не имеет большого значения, важно лишь то, чтобы энергия частицы была меньше, чем высота стенок ямы. При увеличении высоты стенок ничего не меняется. В квантовом случае высота стенок имеет большое значение, потому что при таком условии можно говорить о полной локализации частицы в области ямы. Ни один из полученных графиков для квантовой задачи не обладает сходством с классической задачей. Тем не менее, сходства проявляются при рассмотрении одномерных распределений по координате и импульсу. При больших квантовых числах  $n$  происходят очень быстрые осцилляции распределения  $W_x$ , что можно в пределе рассматривать как равномерное заполнение потенциальной ямы (квази-равномерное), и выделение двух симметричных относительно нулевого импульса пиков в распределении  $W_p$ . Это явление можно связать с принципом неопределенности. Для большого квантового числа, число осцилляций распределения по координате увеличивается, что говорит о том, что координату можно определять более точно. Значит, если координата сосредотачивается в малой области, то импульс должен наоборот рассредоточиваться. Что и происходит на полученном графике. Одним из интересных элементов при моделировании квантовой задачи является "рябь" на фазовом пространстве, которая имеет сходство с интерференционной картиной.

### Заключение

В процессе работы была создана программа, в которой моделируются задачи: "Свободная частица", "Гармонический осциллятор" и "Потенциальная яма с бесконечно высокими стенками" с точки зрения классической и квантовой механики, в которой можно изменять параметры системы, и рассматривать конкретно интересные случаи. Открытый код программы, а также более подробное математическое описание доступно по ссылке [6].

На основании моделирования было выяснено, что некоторые квантовые системы, такие как «Свободная частица» и «Гармонический осциллятор (нулевое состояние и Пуассоновское состояние)» могут быть описаны с точки зрения классической физики, а при больших значениях главного квантового числа «Потенциальная яма с бесконечно высокими стенками» имеет одномерные распределения по координате и импульсу схожие с одномерными распределениями в «Классической потенциальной яме». Также было получено, что все стационарные состояния «Квантовой потенциальной ямы», и отличные от нулевого стационарные состояния «Квантового гармонического осциллятора» являются абсолютно неклассическими (функция квази-вероятности принимает отрицательные значения).

### Список литературы / References

1. Ландау Л. Д. Механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц – 5-е изд. – М.: Физматлит, 2004. – 224 с.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц, Е. М. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц – 6-е изд. – М.: Физматлит, 2004. – 800 с.
3. Wigner E. P. On the quantum correction for thermodynamic equilibrium / E. P. Wigner // Physical Review – 1932. – Vol. 40 (5). – P. 749–759. doi:10.1103/PhysRev.40.749.
4. Шляйх В.П. Квантовая оптика в фазовом пространстве / В.П. Шляйх – М.: Физматлит, 2005. – 760 с.
5. Матвеев А. Н. Атомная физика / А. Н. Матвеев – М.: Высш. шк., 1989. – 439 с.
6. Веб-сервис Bitbucket. – Режим доступа: <https://bitbucket.org/iminchenco/oscillo/>



**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Landau, L. D. *Mehanika [Mechanics]* / L. D. Landau, E. M. Lifshic – 5-th edition – M.: Fizmatlit, 2004. – 224 P. [in Russian]
2. Landau, L. D. *Kvantovaya mehanika (nerelativistskaya teoriya) [Quantum mechanics (nonrelativistic theory)]* / L. D. Landau, E. M. Lifshic – 6-th edition – M.: Fizmatlit, 2004. – 800 P. [in Russian]
3. Wigner E. P. On the quantum correction for thermodynamic equilibrium / E. P. Wigner // *Physical Review* – 1932. – Vol. 40 (5). – P. 749–759. doi:10.1103/PhysRev.40.749.
4. Shljajh V.P. *Kvantovaya optika v fazovom prostranstve [Quantum optics in phase space]* / V.P. Shljajh – M.: Fizmatlit, 2005. – 760 P. [in Russian]
5. Matveev A.N. *Atomnaya fizika [Atomic physics]* / A. N. Matveev – M.: Vyssh. shk., 1989. – 439 p. [in Russian]
6. Web-service Bitbucket. – URL: <https://bitbucket.org/iminchenko/oscillo/>

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.019>

Потапов А.А.

ORCID: 0000-0002-1006-9074, Доктор химических наук, профессор,

Независимый исследователь

**ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ АТОМОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ****Аннотация**

Целью настоящей статьи является обсуждение проблемы электронного строения атомов I группы таблицы Менделеева. Атомы представляют систему вложенных оболочек-квазисфер, наподобие русской матрешки. Дается анализ и обоснование механизмов формирования электронных оболочек атомов. Концептуальной основой теории электронного строения атомов выступает диполь-оболочечная модель. Для внешней оболочки атомов щелочных металлов предложена уточненная водородоподобная модель электронного строения. Внутренние электронные оболочки атомов представляют правильные геометрические фигуры разной симметрии, в том числе зеркально симметричной, тригональной, тетраэдрической, гексаэдрической и т.п. В рамках решения задачи Кеплера приводятся уравнения движения электронов на соответствующих оболочках. Получены формулы для описания и расчета основных параметров атомов. Определены эффективные радиусы атомов I группы. Обсуждается их поведение в группе. Характерным представляется то, что полученные радиусы приблизительно в два раза меньше имеющихся литературных данных; дается объяснение этому различию. Также определены основные параметры ряда внутренних оболочек атомов – константы экранирования, эксцентриситеты и большие полуоси эллиптических орбит.

**Ключевые слова:** атомы щелочных металлов, эффективные радиусы атомов, диполь-оболочечная модель.

Potapov A.A.

ORCID: 0000-0002-1006-9074, PhD in Chemistry, Professor

Independent researcher

**ELECTRONIC STRUCTURE OF ALKALI METAL ATOMS****Abstract**

The main goal of this paper is to consider the problem of the electronic structure of atoms of the 1<sup>st</sup> group of the periodic table. Atoms represent the system of nested shells-quasi-spheres, like a Russian Matryoshka. The analysis and justification are given on the formation mechanisms of electron shells of atoms. The conceptual basis of the theory of the electronic structure of atoms is a dipole-shell model. A refined hydrogen-like model of the electronic structure was proposed for the outer shell of alkali metal atoms. The internal electron shells of atoms represent regular geometric figures of different symmetry, including mirror symmetric, trigonal, tetrahedral, hexahedral, etc. Under the solution of the Kepler problem, the equations of motion of electrons on the corresponding shells are given. Formulas for description and calculation of the basic parameters of atoms are obtained. The effective radii of the atoms of the 1<sup>st</sup> group are determined. Their behavior in the group is considered as well. One of the characteristic features is that the radii obtained are approximately twice smaller in size compared to data from the literature; The explanation to this difference is also given in the paper. The basic parameters of a number of inner shells of atoms - screening constants, eccentricities and large semi-axes of elliptical orbits are also determined.

**Keywords:** atoms of alkali metals, effective atomic radii, dipole-shell model.

Атомы I группы таблицы Менделеева могут быть отнесены к классу водородоподобных структур. Они имеют по одному валентному электрону на внешней оболочке и квазисферический остов атома. В приближении недеформируемого остова атомы I группы в электрическом отношении подобны атому водорода. Из этого подобия следует, что к описанию щелочных металлов (атомам I группы) может быть привлечена классическая теория и соответствующая этой теории планетарная модель атома. Теперь в качестве притягивающего центра в атоме выступает положительный заряд  $qN_e$  остова, где  $N_e$  – число валентных электронов остова. Это означает, что многочастичную задачу атомов I группы можно свести к двухчастичной задаче, т.е. к задаче нахождения основных параметров движения вращающегося электрона в центральном поле заряда  $q$  остова атома [1].

Валентный электрон в поле заряда  $+q$  остова занимает одно из разрешенных вышестоящих уровней энергии (поскольку первая, K-оболочка занята). Следуя гипотезе квантования электронных оболочек, ближайший незанятый уровень водородоподобной структуры соответствует главному квантовому числу  $n=2$ , которому соответствует радиус, равный  $2a_B$ . Это означает, что в приближении водородоподобных атомов ожидаемая энергия связи  $\epsilon_l^g$  атомов

I группы должна быть равной  $\epsilon_I^g = -\frac{e^2}{2a_B n^2} = \frac{\epsilon_H}{n^2} = 3,4\epsilon_B$ . При этом учтено то, что увеличение расстояния между ядром и электроном в 2 раза сопровождается уменьшением энергии взаимодействия между зарядами также в 2 раза. В этом заключается смысл коэффициента  $1/n^2$  в данном соотношении. Величину  $\epsilon_I^g$  надо понимать как определение энергии связи гипотетического атома, радиус круговой орбиты которого равен  $2a_B$ .

Измеряемой величиной, выступающей в качестве меры энергии связи  $\epsilon_I$ , является потенциал ионизации  $I_I$ . Его численные значения оказываются существенно отличными от гипотетической величины  $\epsilon_I^g$  атомов I группы. Наблюдаемое различие ( $\epsilon_I^g - I_I$ ) связано с несовершенством принятой в исходном пункте модели водородоподобного атома. Единственной причиной данного несоответствия является заряд  $q$  остова атома, для которого ранее было принято приближение геометрической точки, имеющей единичный заряд  $+e$  [1].

В силу водородоподобной структуры атомов I группы уравнение движения валентного можно записать аналогично уравнению движения атома водорода с помощью потенциальной функции [1]

$$\epsilon(r) = \frac{1}{n^2} \left( \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{eq}{r} \right), \quad (1)$$

где  $L$  – момент количества движения,  $q$  – эффективный заряд остова атома,  $r$  – радиус-вектор,  $q = e\sigma$ ,  $\sigma$  – константа экранирования,  $\sigma = \frac{\epsilon_I}{\epsilon_I^g} \approx \frac{I_I}{\epsilon_I^g}$ .

Существенным представляется то, что электронные орбиты атомов I группы являются круговыми, как и у атома водорода. Действительно, уравнение (1) с учетом константы экранирования можно представить в виде

$$\epsilon(r) = \frac{L^2}{2m(2r/\sqrt{\sigma})^2} - \frac{e^2\sqrt{\sigma}}{2 \cdot 2r/\sqrt{\sigma}} = \left( \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{e^2}{r} \right) \frac{\sigma}{4}, \quad (2)$$

где  $\sigma$  – константа экранирования, действие которой проявляется в увеличении эффективного заряда  $q$  в  $\sqrt{\sigma}$  раз и в увеличении расстояния между ядром (остовом) и электроном в  $2/\sqrt{\sigma}$  раз. При этом в первом слагаемом учтено то, что радиус имеет квадратичную степень  $r^2$ .

Функция  $\epsilon(r)$  атомов I группы отличается от функции  $\epsilon(r) = \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{e^2}{r}$  атома водорода только множителем  $\sigma/4$ . Отсюда следует важный вывод – *электронные орбиты атомов щелочных металлов являются круговыми* (в отличие от ранее принятой модели эллиптических орбит [1]). Физический смысл круговой орбиты атомов I группы заключается в том, что изменение величины эффективного заряда  $q$  приводит к одновременному изменению орбитальной скорости  $v$  валентного электрона и радиуса  $r$  атома в соответствии с законом сохранения количества движения  $L = mvr$ . Так что для всех эффективных зарядов  $q$  кинетическая энергия остается равной половине потенциальной энергии атома.

Решением уравнения (2) выступает энергия связи  $\epsilon_I$  электрона

$$\epsilon_I = -\frac{e^2\sqrt{\sigma}}{2 \cdot 2a_B/\sqrt{\sigma}} = -\frac{e^2\sigma}{2a_I}, \quad (3)$$

где  $a_I$  – радиус круговой орбиты,  $a_I = 2a_B/\sqrt{\sigma}$ ,  $a_B$  – боровский радиус.

Здесь энергия связи  $\epsilon_I$  определяется как результат притяжения валентного электрона к ядру в центральном поле заряда остова  $q = +e\sqrt{\sigma}$ , находящегося на расстоянии  $2a_B/\sqrt{\sigma}$ .

Структурным параметром атомов I группы выступает радиус  $a_I$ . Его можно определить непосредственно по уравнению (3) в приближении равенства энергии связи потенциалу ионизации  $I_I$

$$a_I = \frac{e^2\sqrt{\sigma}}{2 \cdot 2I_I} \quad \text{или} \quad a_I = \frac{2a_B}{\sqrt{\sigma}}. \quad (4)$$

Константа экранирования определяется как отношение потенциала ионизации  $I_I$  атома к энергии гипотетического атома  $\epsilon_N^g$ , у которого  $\sigma = 1$ ,

$$\sigma_I = \frac{I_I}{\epsilon_N^g} \quad (5)$$

Рассчитанные по формулам (4) и (5) параметры атомов щелочных металлов приведены в таблице. В ряду атомов I группы константа экранирования закономерно снижается, отражая увеличение плотности эффективного заряда остова атомов по мере увеличения числа электронов в атомах. У атомов I группы константы экранирования имеют наибольшие численные значения по сравнению с другими атомами.

Радиусы атомов закономерно увеличиваются по мере увеличения числа внутренних оболочек атомов. Удивительно то, что при многократном весовом различии атомов их радиусы различаются незначительно, оставаясь в пределах  $0,84\text{\AA}$  у лития и  $0,99\text{\AA}$  у цезия. При этом радиусы атомов I группы ограничены удвоенным боровским радиусом  $2a_B = 1,06\text{\AA}$ , которому соответствует радиус гипотетического атома на энергетическом уровне  $n=2$  и константе экранирования  $\sigma = 1$ . Численные значения радиусов приблизительно в два раза ниже литературных данных [2]. Различие между ними можно объяснить тем, что известные в литературе данные получены с помощью рентгеновских измерений, согласно которым определяется не радиус атомов, а половинное расстояние между ядрами близлежащих атомов в структуре исследуемого кристалла. При таком подходе к определению радиуса реальные размеры собственно атомов остаются не определенными. Что касается радиусов по (4), то их следует отнести к категории абсолютных, т.е. относящихся собственно к атомам. Численные величины радиусов атомов щелочных металлов получены впервые.

Структура внутренних оболочек атомов I-й группы формируется по общим для всех атомов таблицы Менделеева принципам в соответствии с диполь-оболочечной моделью [1]. В рамках данной модели стало возможным рассчитать

размеры внутренних оболочек. При этом общий подход к определению параметров атомов остается прежним, основанным на данных измерения потенциалов ионизации с учетом их электронных конфигураций.

Наиболее простое строение у атома лития, имеющего одну внутреннюю оболочку (К-оболочку). Она образована двумя эллиптическими электронными орбитами с общим фокусом на ядре. Уравнение движения электронов можно представить с помощью потенциальной функции [1]

$$\mathcal{E}_{Liост}(r) = \frac{L^2}{2m r^2} - \frac{3e^2\sqrt{\sigma}}{r} + \frac{e^2\sqrt{\sigma}}{2r}, \quad (6)$$

где первое слагаемое представляет кинетическую энергию вращения электронов по эллиптическим орбитам, второе слагаемое – энергия притяжения электронов в поле заряда ядра  $3e\sqrt{\sigma}$ , третье слагаемое – энергия взаимного отталкивания электронов с учетом эффекта экранирования.

Решением уравнения движения каждого из электронов остова-катиона атома выступает энергия связи в соответствии с (6)

$$\mathcal{E}_{Liост} = -\frac{3e^2\sqrt{\sigma}}{2a_{Liост}} + \frac{e^2\sqrt{\sigma}}{2 \cdot 2a_{Liост}} = -\frac{5}{2} \cdot \frac{e^2\sqrt{\sigma_{Liост}}}{2a_{Liост}} \quad (7)$$

где  $a_{Liост}$  – большая полуось эллиптической орбиты каждого электрона. Здесь первое слагаемое представляет энергию притяжения каждого валентного электрона на эллиптической орбите в центральном поле заряда  $+3e\sqrt{\sigma_{Liост}}$  остова с учетом энергии центробежного отталкивания электрона (коэффициент 1/2), второе слагаемое – энергия взаимного отталкивания валентных электронов на расстоянии удвоенного радиуса  $2a_{Liост}$ .

В приближении  $\mathcal{E}_{iост} = I_{iост}$  на основании уравнения (7) можно рассчитать длину большой полуоси лития

$$a_{Liост} = \frac{5}{2} \cdot \frac{e^2\sqrt{\sigma_{Liост}}}{2I_{Liост}}. \quad (8)$$

Входящую в данное уравнение константу экранирования можно рассчитать по формуле  $\sigma_{Liост} = \frac{I_{Liост}}{\mathcal{E}_{Liост.кр}}$  в соответствии с (5), где  $\mathcal{E}_{Liост.кр}$  – энергия связи круговой орбиты электронов остова гипотетического катиона-остова, образованного парой эллиптических орбит с общим фокусом на ядре.

Для определения величины  $\mathcal{E}_{Liост.кр}$  нужно решить уравнение движения электронов на своих эллиптических орбитах в приближении  $\sigma = 1$ , так что

$$\mathcal{E}_{Liост}(r) = \frac{L^2}{2m r^2} - \frac{3e^2}{r} + \frac{e^2}{2r}. \quad (9)$$

Здесь первое слагаемое представляет кинетическую энергию электронов, второе слагаемое – энергия притяжения электронов в поле заряда  $+3e$  остова-катиона с учетом энергии центробежного отталкивания электрона (коэффициент 1/2), третье слагаемое – энергия межэлектронного отталкивания на удвоенном расстоянии  $2r$ .

Его решением является энергия связи электронов остова, представляющая минимум потенциальной энергии (9)

$$\mathcal{E}_{Liост.мин} = \frac{\left(\frac{5}{2}e^2\right)^2}{2\frac{L^2}{2m}}. \quad (10)$$

Эта энергия соответствует энергии гипотетической круговой орбиты остова, так что  $\mathcal{E}_{Liост.мин} = \mathcal{E}_{Liост.кр}$ . Расчет по (10) дает  $\mathcal{E}_{Liост.кр} = 84,4\text{эВ}$ . Принимая табличное значение потенциала  $I_{Liост} = I_{Li}^{2+} = 75,6\text{эВ}$ , получаем  $\sigma_{Liост} = \frac{I_{Liост}}{\mathcal{E}_{Liост.кр}} = 0,89$  и соответственно подстановка этой величины в (8) дает для большой полуоси эллиптической орбиты остова  $a_{Liост} = 0,23\text{Å}$ .

Учитывая динамический характер электронов, обусловленный вращением электронов с огромными скоростями, атом следует рассматривать как сферу с эффективным радиусом, определяемым максимальным расстоянием электрона от ядра, т.е. расстоянием в апогее  $r_A$ ,

$$a_{эффLiост} = r_A = a_{Liост}(1 + \varepsilon). \quad (11)$$

Входящий в это уравнение эксцентриситет  $\varepsilon$  эллиптической орбиты можно определить с помощью величины  $\sigma_{Liост} = \frac{I_{Liост}}{\mathcal{E}_{Liост.кр}}$  на основании известной формулы [3]

$$I_{Liост} = \mathcal{E}_{Liост.кр}(1 - \varepsilon^2), \quad (12)$$

из которой следует  $\varepsilon = 0,33$ , так что для лития получаем эффективный радиус равен  $a_{Liэфф} = 0,23\text{Å} \cdot 1,33 = 0,30\text{Å}$ .

У остальных атомов щелочных металлов в качестве остова выступают 6-и электронные оболочки, образованные эллиптическими орбитами с общим для них фокусом на ядре. Уравнение движения электронов остова принимает следующий вид

$$\mathcal{E}_{iост}(r) = \frac{L^2}{2m r^2} - \frac{7e^2\sqrt{\sigma}}{r} + \frac{5e^2\sqrt{\sigma}}{2r}. \quad (13)$$

Здесь первое слагаемое представляет кинетическую энергию электронов, второе слагаемое – энергия притяжения электронов в поле заряда  $+7e\sqrt{\sigma}$  остова-катиона с учетом энергии центробежного отталкивания электрона (коэффициент 1/2), третье слагаемое – энергия отталкивания выделенного электрона от остальных пяти валентных электронов на удвоенном расстоянии  $2r$ .

Его решением является энергия связи электронов остова

$$\mathcal{E}_{iост} = -\frac{9e^2\sqrt{\sigma_{iост}}}{2 \cdot 2 \cdot 2a_{iост}}, \quad (14)$$

где  $a_{iост}$  – большая полуось эллиптической орбиты остова.

Данное уравнение в приближении  $\mathcal{E}_{iост} = I_{iост}$  является основой для определения длины большой полуоси

$$a_{I_{\text{ост}}} = \frac{9}{2} \cdot \frac{e^2 \sqrt{\sigma_{I_{\text{ост}}}}}{2 \cdot 2I_{\text{ост}}}. \quad (15)$$

Входящая в (14) константа экранирования рассчитывается по формуле (5). Рассчитанные величины  $\sigma_{I_{\text{ост}}}$  и  $a_{I_{\text{ост}}}$  приведены в таблице.

Чтобы найти радиус остова атомов необходимо учесть фактор эллиптичности, т.е. определить эксцентриситеты  $\varepsilon$  эллиптических орбит. Его можно найти с помощью формулы, аналогичной (12) [3]

$$\varepsilon_{I_{\text{ост}}} = I_{\text{ост}} = \varepsilon_{I_{\text{ост.кр}}} (1 - \varepsilon^2), \quad (16)$$

где  $\varepsilon_{I_{\text{ост.кр}}}$  – энергия круговой орбиты остова, равная минимуму  $\varepsilon_{I_{\text{ост.мин}}}$  потенциальной энергии (13), которую можно найти аналогично (10), так что  $\varepsilon_{I_{\text{ост.мин}}} = \frac{m(2,5e^2)^2}{L^2}$ . Эта энергия соответствует энергии гипотетической круговой орбиты остова, так что  $\varepsilon_{I_{\text{ост.мин}}} = \varepsilon_{I_{\text{ост.кр}}}$ . Учитывая динамический характер электронов, остов атома можно представить как сферу с эффективным радиусом, определяемым как максимальное расстояние электрона от ядра, т.е. расстояние в апогее эллиптической орбиты. Радиусы остовов атомов определяются аналогично (11),  $a_{I_{\text{остэфф}}} = a_{I_{\text{ост}}} (1 + \varepsilon)$ , где  $\varepsilon$  – эксцентриситет эллиптических электронных орбит, который находится с помощью (16). Рассчитанные величины  $\sigma_{I_{\text{ост}}}$  и  $a_{I_{\text{ост}}}$  приведены в таблице.

Наличие данных по эксцентриситетам позволяет рассчитать малую полуось остова атома [3]  $b_{Li_{\text{ост}}} = a_{Li_{\text{ост}}} \sqrt{1 - \varepsilon^2}$ .

Данные по высшим степеням потенциалов ионизации также позволяют определить параметры некоторых внутренних оболочек атомов.

К-оболочки образованы двухэлектронными эллиптическими орбитами с общим фокусом на ядре. Для них уравнение движения электронов принимает следующий вид

$$\varepsilon_{IK}(r) = \frac{L^2}{2m r^2} - \frac{Z_I e^2 \sqrt{\sigma}}{r} + \frac{e^2 \sqrt{\sigma}}{2r}, \quad (17)$$

где  $Z_I$  – порядковый номер элементов, соответствующих атомам I-группы, т.е.  $Z_I = 1, 3, 11, 19, 37, 55$ . Здесь первое слагаемое представляет кинетическую энергию электронов, второе слагаемое – энергия притяжения электронов в поле заряда  $+Z_I e \sqrt{\sigma}$  остова-катиона с учетом энергии центробежного отталкивания электрона (коэффициент 1/2), третье слагаемое – энергия взаимного отталкивания электронов на удвоенном расстоянии  $2r$ . Его решением по аналогии с (7) является энергия связи

$$\varepsilon_{IK} = -(Z_I - \frac{1}{2}) \frac{e^2 \sqrt{\sigma_K}}{2a_{IK}}, \quad (18)$$

где  $a_{IK}$  – большая полуось эллиптической орбиты остова.

Таблица 1 – Экспериментальные и рассчитанные параметры атомов I группы таблицы Менделеева

Номер периода (оболочки)	атом	$I_I^+$ , эВ	$I_I^{2+}$ , эВ	$\sigma_I$	$a_I$ , Å	$a_{I_{\text{ост}}}$ , Å	$\sigma_{I_{\text{ост}}}$	$\varepsilon_{I_{\text{ост}}}$	$a_{I_{\text{остэфф}}}$ , Å	$a_{IKэфф}$ , Å	$a_{ILэфф}$ , Å
2	Li	5,39	75,6	1,58	0,84	0,28	1,39	0,6	0,45	0,30	
3	Na	5,14	47,3	1,51	0,86	0,37	1,16	0,64	0,61	0,058	0,19
4	K	4,34	31,8	1,28	0,94	0,45	0,78	0,37	0,62	0,0365	0,085
5	Rb	4,18	27,3	1,22	0,96	0,48	0,67	0,39	0,67	0,0015	
6	Cs	3,89	25,1	1,14	0,99	0,51	0,62			0,001	
7	Fr	3,9		1,15	0,99						

На основании (18) в приближении  $\varepsilon_{IK} = I_{IK}$  можно найти большую полуось К-оболочки

$$a_{IK} = (Z_I - \frac{1}{2}) \frac{e^2 \sqrt{\sigma_K}}{2I_{IK}}. \quad (19)$$

У атома лития К-оболочка соответствует его остову. Для него было получено  $a_{LiK} = a_{Liэфф} = 0,30 \text{ Å}$ . По приведенной выше методике для К-оболочек получены следующие параметры: натрий –  $\sigma_{NaK} = 0,98$ ,  $\varepsilon = 0,14$ ,  $I_{NaK} = I_{Na}^{10+} = 1465 \text{ эВ}$ ,  $\varepsilon_{NaK_{\text{мин}}} = 1494 \text{ эВ}$ ,  $a_{NaK} = 0,051 \text{ Å}$ ,  $a_{NaKэфф} = 0,058$ ; калий –  $\sigma_{KK} = 0,993$ ,  $\varepsilon_{KK} = 0,26$ ,  $I_{KK} = I_K^{18+} = 4611 \text{ эВ}$ ,  $\varepsilon_{KK_{\text{мин}}} = 4642 \text{ эВ}$ ,  $a_{KK} = 0,029 \text{ Å}$ ,  $a_{KKэфф} = 0,0365 \text{ Å}$ ; рубидий –  $\sigma_K \approx 1$ ;  $\varepsilon \approx 0$ ,  $a_{RbKэфф} = 0,0015 \text{ Å}$ ; цезий –  $\sigma_{CsK} \approx 1$ ;  $\varepsilon_{CsK} \approx 0$ ,  $I_{RbK} = I_{Rb}^{37+} \approx 42000 \text{ эВ}$ ,  $a_{CsKэфф} = 0,001 \text{ Å}$ .

Для L-оболочек исходным для расчетов является уравнение движения электронов, наподобие (17),

$$\epsilon_{IL}(r) = \frac{L^2}{2m r^2} - \frac{(Z_I - 2)e^2 \sqrt{\sigma}}{r} + \frac{e^2 \sqrt{\sigma}}{2r}, \quad (20)$$

где  $Z_I$  – порядковый номер элементов, соответствующих атомам I-группы.

$$\epsilon_{IL} = - \left( Z_I - \frac{5}{2} \right) \frac{e^2 \sqrt{\sigma}}{2 \cdot 2 a_{IL}}, \quad (21)$$

где  $a_{IL}$  – большая полуось эллиптических орбит L-оболочек.

На основании (21) в приближении  $\epsilon_{IL} = I_{IL}$  можно найти большие полуоси эллиптических орбит L-оболочек

$$a_{IL} = \left( Z_I - \frac{5}{2} \right) \frac{e^2 \sqrt{\sigma_L}}{2 I_{IL}}.$$

В результате расчетов параметров L-оболочек получены следующие параметры: натрий  $\sigma_{NaL}=0,85$ ;  $I_{NaL} = I_{Na}^{7+} = 208 \text{ эВ}$ ,  $\epsilon_{NaL_{мин}} = 245 \text{ эВ}$ ,  $\varepsilon = 0,39$ ,  $a_{NaL} = 0,135 \text{ Å}$ ,  $a_{NaL_{эфф}} = 0,19 \text{ Å}$ ; калий –  $\sigma_{KL}=0,93$ ,  $I_{KL} = I_K^{15+} = 861 \text{ эВ}$ ,  $\epsilon_{KL_{мин}} = 923 \text{ эВ}$ ,  $\varepsilon_{KL} = 0,26$ ,  $a_{KL} = 0,067 \text{ Å}$ ,  $a_{KL_{эфф}} = 0,085 \text{ Å}$ .

Таким же образом удалось рассчитать параметры M-оболочки атома калия:  $\sigma_{KM}=1,54$ ,  $I_{KM} = I_K^{8+} = 154 \text{ эВ}$ ,  $\epsilon_{KM_{мин}} = 245 \text{ эВ}$ ,  $\varepsilon = 0,63$ ,  $a_{KM} = 0,20 \text{ Å}$ ,  $a_{KM_{эфф}} = 0,32 \text{ Å}$ .

Данные по потенциалам ионизации для расчета параметров атомов взяты из справочников [4], [5].

На основании полученных данных в качестве иллюстрации на рисунке схематически представлены атомы щелочных металлов в относительном масштабе. Внешние и внутренние оболочки представлены в виде квазисфер. В центре оболочек черными кружками показаны ядра атомов. Видно, что, несмотря на увеличение числа внутренних оболочек, размеры атомов в ряду щелочных металлов изменяются незначительно.

### Выводы

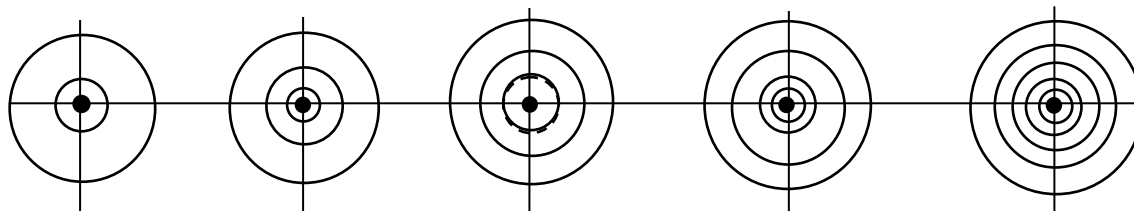


Рис. 1

В рамках диполь-оболочечной модели дано динамическое описание атомов I группы таблицы Менделеева. Получены формулы для расчета основных параметров атомов, по которым определены эффективные радиусы, константы экранирования, большие полуоси эллиптических орбит ряда внутренних оболочек и их эксцентриситеты.

### Список литературы / References

1. Потапов А.А. Ренессанс классического атома / А.А. Потапов. – М. : Издательский Дом “Наука”. LAP LAMBERT Academic publishing, 2011. – 444 с.
2. Бацанов С.С. Структурная химия. Факты и зависимости / С. С. Бацанов. – М. : Диалог-МГУ, 2000. – 292 с.
3. Киттель Ч. Механика / Ч. Киттель, В. Найт, М. Рудерман. – М.: Наука. 1983. – 448 с.
4. Физические величины: Справочник. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
5. Яценко А.С. Оптические спектры H- и He-подобных ионов / А.С. Яценко – Новосибирск : Наука, 2003. – 216 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Potapov A.A. Renaissance of the classical atom [Renaissance of the classical atom / A.A. Potapov. – M. : Publishing house “Nauka”, LAP LAMBERT Academic publishing, 2011. – 444 p. [in Russian]
2. Batsanov S.S. Structural chemistry book of facts [Structural chemistry book of facts] / S.S. Batsanov. – M. : Dialog-MGU, 2000. – 292 p. [in Russian]
3. Kittel Ch. Mechanics [Mechanics] / Ch. Kittel, W. Knight, M. Ruderman. – M. : Nauka, 1983. – 448 p. [in Russian]
4. Physical quantities: Reference book [Physical quantities: Reference book]. – M. : Energoatomizdat, 1991. – 1232 p. [in Russian]
5. Yatsenko A. S. Optical spectra of H- and He-like ions [Optical spectra of H- and He-like ions] / A. S. Yatsenko. – Novosibirsk: Nauka, 2003. – 216 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.043>Сахарова Л.В.<sup>1</sup>, Стрюков М.Б.<sup>2</sup>

Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ АПК НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА

## Аннотация

В статье представлена модель оптимизации нерационального землепользования на основе данных о посевных площадях и урожайности для основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в Ростовской области. В качестве математического анализа для моделирования использованы методы регрессионного анализа и нелинейной оптимизации, обычно применяемые в математических методах финансового анализа для оптимизации портфелей финансовых инструментов. Модель позволяет рассчитать оптимальное количественное распределение территорий, обеспечивающее максимальную среднюю урожайность при минимальном среднем риске.

**Ключевые слова:** модель оптимизации, агротехническое землепользование, урожайность сельскохозяйственной территории.

Sakharova L.V.<sup>1</sup>, Stryukov M.B.<sup>2</sup><sup>1,2</sup>Rostov State University of Economics (RSUE)OPTIMIZATION OF LAND-USE MANAGEMENT IN AGROINDUSTRIAL COMPLEX BASED ON  
MATHEMATICAL METHODS OF FINANCIAL ANALYSIS

## Abstract

The paper presents the model for minimization of irrational land-use based on the data on crop areas and yields for the main agricultural crops grown in the Rostov Region. The regression analysis and nonlinear optimization methods, commonly used in mathematical methods of financial analysis for the optimization of financial portfolios were used in the mathematical analysis and simulation. The model enables to calculate the optimal quantitative distribution of territories, ensuring a maximum average yield with a minimum average risk.

**Keywords:** optimization model, agronomic land use, yield of agricultural territory.

## Введение

Оптимизация нерационального агротехнического землепользования является одной из приоритетных задач математического моделирования в агропромышленном комплексе. В то же время, математический аппарат в данной области еще недостаточно разработан. Как правило, для моделирования в АПК применяются традиционные статистические и эконометрические методы. Их недостаток заключается в том, что они применимы в локальных условиях и не обладают достаточным уровнем универсальности. В данной статье предложена простая модель, позволяющая оптимизировать землепользование на основе классических методов финансового анализа – так называемой «портфельной теории» [1],[2]. Модель обладает достаточной универсальностью. Для ее применения необходима лишь статистическая информация об урожайности основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых на рассматриваемой сельскохозяйственной территории.

## 1. Модификация оптимизационных методов финансового анализа для АПК

Предполагается, что на заданной агропромышленной территории планируется выращивать  $n$  сельскохозяйственных культур, урожайность каждой из которых представлена статистической выборкой за некоторый временной период. Пусть  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  есть подлежащий оптимизации вектор, где  $x_k \in R$  — доля территории, занятой сельскохозяйственной культурой с номером  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ). Очевидно, что должно выполняться условие:  $\sum_{k=1}^n x_k = 1$ . Очевидно, что в отличие от задачи об оптимизации портфеля ценных бумаг, в

рассматриваемой задаче значения  $x_k$  могут быть только положительными. Тогда величина  $E_x = \sum_{k=1}^n x_k E_k$  есть урожайность заданной агропромышленной территории;  $E_k$  есть урожайность  $k$ -й сельскохозяйственной культуры (случайная величина). Тогда средней ожидаемой урожайностью агропромышленной территории будем называть математическое ожидание величины  $E_x$ , а риском – ее среднеквадратическое отклонение. Будем минимизировать риск при заданной средней урожайности  $r$ . Опуская подробные выкладки (аналогичные тем, что производятся в математических методах финансового анализа для задачи минимизации риска портфеля финансовых инструментов при его заданной доходности) сформулируем задачу оптимизации сельскохозяйственного землепользования:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^n \sigma_{ik} x_k x_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^n r_k x_k = r, \quad \sum_{k=1}^n x_k = 1, \quad x_k \in R \quad (k=1, 2, \dots, n), \quad (2)$$

где  $x_k$  – есть доля территории, занятой  $k$ -й сельскохозяйственной культурой;  $r_k = ME_k$  – ожидаемая средняя урожайность  $k$ -й сельскохозяйственной культуры ( $k = 1, \dots, n$ ), вычисляемая как выборочное среднее значение для случайной величины  $E_k$ ;  $\sigma_{kl} = \text{cov}(E_k, E_l)$  – ковариация урожайностей  $k$ -й и

## 2. Оптимизация сельскохозяйственных территорий Ростовской области

Оптимизацию агропромышленных территорий Ростовской области осуществим в четыре этапа, в соответствии с количественными и качественными характеристиками статистической информации об урожайности [3].

**1 этап.** Рассмотрим подробно оптимизацию территорий на основе разделения сельскохозяйственной продукции по четырем основным видам: зерновые культуры, подсолнечник, картофель, овощи. Следующие показатели за 1990-2015 гг. представлены для каждого вида культур: посевная площадь (тыс. га), валовый сбор сельскохозяйственной продукции (тыс. тонн), урожайность (цн/га). Данная статистическая информация сведена в Таблицы 1,2.

Внизу таблиц приведены также результаты первоначальной статистической обработки выборок. Это средние значения случайных величин (посевная площадь, валовый сбор, урожайность)  $M$ , квадраты среднеквадратических отклонений  $\sigma^2$ , а также сами среднеквадратические отклонения  $\sigma$ . Для удобства эконометрического анализа сельскохозяйственным культурам присвоена следующая нумерация: зерновые культуры – №1; подсолнечник – №2; картофель – №3; овощи – №4.

Из таблиц следует, что средние урожайности четырех видов с/х культур равны:  $r_1 = 22.457143$ ;  $r_2 = 11.285714$ ;  $r_3 = 97.342857$ ;  $r_4 = 119.961905$ .

Используя средние значения площадей (отведенных под каждую из четырех сельскохозяйственных культур) найдем соответствующую среднюю суммарную площадь используемой агропромышленной территории:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 2704.72000 + 891.43000 + 45.19 + 40.58000 = 3681.92.$$

Соответственно, средние доли площадей, занятые под каждой вид культуры, равны:  $X_1 = 0.73459$ ;  $X_2 = 0.24211$ ;  $X_3 = 0.01227$ ;  $X_4 = 0.01102$ . Следовательно, средняя урожайность агропромышленной территории, используемой под рассматриваемые четыре вида сельскохозяйственных культур в Ростовской области, в соответствии с представленными статистическими данными, равна:  $гср = r_1 * X_1 + r_2 * X_2 + r_3 * X_3 + r_4 * X_4 = 21.28$ . Средний риск, полученный на основе обработки исходных статистических данных, равен 34%.

Таблица 1 – Статистические данные для зерновых культур и подсолнечника

Год	зерновые культуры (№1)			Подсолнечник (№2)		
	посевная площадь, тыс. га	валовой сбор, тыс. тонн	урожайность, цн/га	посевная площадь, тыс. га	валовой сбор, тыс. тонн	урожайность, цн/га
1990	2940.7	9666.8	32.9	455.1	836.2	17.3
1996	2461.7	3199.3	13	694.4	522.9	7.5
1997	2483	4011.4	16.2	679.6	645.5	9.5
1998	2157.8	2719.4	12.6	809.9	607.9	7.5
1999	2020.7	3011.7	14.9	1021	870.1	8.5
2000	2232.9	3627.7	16.9	906.2	894.7	9.9
2001	2620.5	5940.2	23.4	804.8	584.4	7.3
2002	2725.6	6374.3	24.1	821.9	891.8	10.9
2003	2382.7	3555.4	15.6	1105.8	1209.2	11
2004	2662.2	7147.2	27.8	1048.2	1208.2	11.6
2005	2522.4	6266.9	25.7	1194.2	1616.4	13.6
2006	2554.2	6307.2	24.7	1328.1	1714.9	12.9
2007	2787.7	4094.8	14.7	1275.8	1224.1	9.7
2008	2865.7	9124.1	31	1292.7	1529.8	11.8
2009	2925.5	6780.6	22.6	1146	966.3	8.4
2010	2822.9	6842.1	25.4	1019.5	901	10
2011	2949.6	7925.6	27.4	879.7	1026.5	12.4
2012	3005	6300.3	22.1	621.2	807.9	13
2013	3175.8	6751.4	21.3	558.6	757.9	13.6
2014	3206.7	9506.9	29.6	524.6	761.2	14.5
2015	3296.0	9783.5	29.7	532.7	859.6	16.1
$M$	2704.72	6139.85	22.46	891.43	973.17	11.29
$\sigma^2$	113886.28	4925660.17	37.56	71433.62	105908.7	7.51
$\sigma$	337.47	2219.38	6.13	267.27	325.44	2.74

Таблица 2 – Статистические данные для картофеля и овощей

Год	Картофель (№3)			Овощи (№4)		
	посевная площадь, тыс. га	валовой сбор, тыс. тонн	урожайность, цн/га	посевная площадь, тыс. га	валовой сбор, тыс. тонн	урожайность, цн/га
1990	39.8	259.2	65.2	38	521.4	136.1
1996	77.7	297.3	383	48.5	233.6	48.1
1997	75.2	483.2	64.2	46.8	346.6	74
1998	72.1	351.2	48.7	43.5	312.9	71.9
1999	70	310	44.3	50.6	323	63.8
2000	51.6	296.2	57.3	43.4	297.4	69.6
2001	48.7	412.4	84.7	45.3	372.6	83.9
2002	45.6	292.3	64.1	41	421.8	105.3
2003	42.4	296.9	69.6	43.6	502.9	121.4
2004	38.6	315.7	79.7	43.3	407.9	97.6
2005	34.8	333.7	93	40.5	386.7	96.9
2006	33.7	316	86.2	38.2	380.8	102.3
2007	34.4	270.8	71.4	36.6	337.6	93.4
2008	36	380.2	105.7	38.4	548.2	142.8
2009	36.9	305.4	82.8	37	472.3	126.7
2010	36.5	284.5	78.1	37.7	483.8	130.4
2011	36.7	394.9	108.7	40.2	635	165.9
2012	37	400.9	108.3	37.6	677.5	182.8
2013	33.5	360.6	108.0	33.5	597.3	180.0
2014	33.4	397.2	119.0	33.5	701.8	210.7
2015	34.3	417.4	122.2	35.0	747.5	215.6
$M$	45.19	341.71	97.34	40.58	462.31	119.96
$\sigma^2$	216.64	3305.38	4560.85	21.51	20062.06	2229.71
$\sigma$	14.72	57.49	67.53	4.64	141.64	47.22

Задача об оптимизации территорий для четырех культур, как следует из общей формулировки задачи (1) – (2), имеет вид:

$$F(x_1, x_2, x_3, x_4) = \sigma_{11}x_1^2 + \sigma_{22}x_2^2 + \sigma_{33}x_3^2 + \sigma_{44}x_4^2 + 2\sigma_{12}x_1x_2 + 2\sigma_{13}x_1x_3 + 2\sigma_{14}x_1x_4 + 2\sigma_{23}x_2x_3 + 2\sigma_{24}x_2x_4 + 2\sigma_{34}x_3x_4 \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$r_1x_1 + r_2x_2 + r_3x_3 + r_4x_4 = r \quad (4)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1, \quad x_1, x_2, x_3, x_4 \in R, \quad (5)$$

Применив к выборкам регрессионный анализ, получим значения ковариации, а также коэффициентов корреляции урожайностей рассматриваемых четырех видов сельскохозяйственных культур и построим **задачу нелинейного программирования для четырех основных видов сельскохозяйственных культур в Ростовской области**. Решим задачу для различных значений средней ожидаемой урожайности, используя метод множителей Лагранжа, а также условия Куна-Такера [3],[4] (см.Таблицу 3).

Таблица 3 – Результаты оптимизационных расчетов, первый этап

Средняя ожидаемая урожайность с/х территории, цн/га	Средний риск $\sqrt{F(x_1, x_2, x_3, x_4)} = \sigma$ , цн/га	Относительный риск, % $\sigma/r$	Распределение с/х территории под виды культур (в долях единицы)			
			Зерновые культуры $X_1$	Подсолнечник $X_2$	Картофель $X_3$	Овощи $X_4$
20	4.47	22	0.4660	0.4948	0.0331	0.0061
25	5.86	23	0.6628	0.2700	0.04410	0.0231
30	7.30	24	0.8595	0.0452	0.0551	0.0402



Расчеты показывают, что средняя ожидаемая урожайность  $\bar{g}=35$  недостижима, поскольку среди компонент решения присутствуют отрицательные. Как можно видеть из таблицы, риск при оптимальном распределении территорий не превышает 24% против 34% при среднем исходном (статистическом) распределении агропромышленных территорий. В то же время, численный эксперимент указывает на то, что можно достигнуть средней ожидаемой урожайности территории 30 цн/га при риске 24% против статистической средней урожайности 21,28 цн/га при среднем риске 34%.

**2 этап.** На втором этапе оптимизируем территории, отведенные под зерновые культуры, по четырем их основным видам, существенно различающимся по агротехническим характеристикам: озимые зерновые культуры – №1; яровые зерновые культуры – №2; рис – №3; зернобобовые – №4. Для каждого вида культур имеются следующие показатели за 2000-2015 гг: посевная площадь (тыс. га), валовый сбор сельскохозяйственной продукции (тыс. тонн), урожайность (цн/га). Статистический анализ показывает, что средние урожайности четырех видов зерновых культур равны:  $r_1=27.74$ ;  $r_2=17.17$ ;  $r_3=39.73$ ;  $r_4=16.45$ . Суммарная средняя территория, отведенная под зерновые культуры, равна:  $S=2725.35$ . Средние доли, занятые видами культур, равны:  $X_1=0.632$ ,  $X_2=0.338$ ,  $X_3=0.005$ ,  $X_4=0.025$ . Средняя урожайность равна:  $g_{sr}=23.95$ . Как следует из результатов 1-го этапа, средний риск агропромышленных территорий, занятых зерновыми культурами, равен 6.13, то есть относительный риск территории равен 25,6%. Результаты оптимизационных расчетов приведены в Таблице 4.

Таблица 4 – Результаты оптимизационных расчетов, второй этап

Средняя ожидаемая урожайность с/х территории $\bar{g}$ , цн/га	Средний риск $\sqrt{F(x_1, x_2, x_3, x_4)} = \sigma$ , цн/га	Относительный риск, % $\sigma / \bar{g}$	Распределение с/х территории под виды культур (в долях единицы)			
			Озимые зерновые культуры $X_1$	Яровые зерновые культуры $X_2$	Рис $X_3$	Зернобобовые $X_4$
<b>23.95</b>	3.9	16	0.1447	0.3542	0.2408	0.2603
25	3.94	16	0.2108	0.2929	0.256	0.2403
27	4.03	15	0.336	0.1767	0.2848	0.2025
30	4.26	14	0.5237	0.00252	0.328	0.1458

Как можно видеть из таблицы, риск при оптимальном распределении территорий не превышает 16% против 25,6% при среднем исходном (статистическом) распределении агропромышленных территорий. В то же время, численный эксперимент указывает на то, что можно достигнуть средней ожидаемой урожайности территории 30 цн/га при риске 14% против статистической средней урожайности 23,95 цн/га при среднем риске 25,6%.

**3 этап.** На третьем этапе оптимизируем территории внутри видов зерновых культур. Распределение озимых зерновых будем оптимизировать для трех культур: пшеница, ячмень, рожь (соответственно, №1,2,3 внутри группы озимых). Распределение яровых культур выполним для четырех культур: пшеница, ячмень, кукуруза на зерно и просо (соответственно, №1,2,3,4 внутри группы яровых). Статистический анализ осуществлен для данных о посевной площади (тыс. га) и урожайности (цн/га) за 2000-2015 гг для каждой отдельной культуры. Анализ показывает, что доли, занятые озимыми культурами, равны:  $X_1=0.976$ ,  $X_2=0.016$ ,  $X_3=0.008$ ; средняя урожайность 27.74, а риск равен 5.23, что составляет 19%. Доли, занятые яровыми культурами, соответственно, равны:  $X_1=0.012$ ,  $X_2=0.678$ ,  $X_3=0.188$ ,  $X_4=0.122$ ; средняя урожайность 17.17, а риск равен 4.4, что составляет 26%.

Приведем расчетные оптимизационные данные для рассматриваемых двух групп в Таблицах 5,6. Как следует из Таблицы 5, среднюю ожидаемую урожайность озимых зерновых можно повысить за счет оптимизации распределения территорий до 28 цн/га при риске 18% против 27.74 цн/га при риске 19%. Из Таблицы 6 следует, что среднюю ожидаемую урожайность яровых культур можно повысить до 17.18 цн/га при 24% риска против 17.17 при 26% риска. Дальнейшее улучшение результатов в данных группах невозможно в силу неравномерности распределения культур по средней урожайности.

Таблица 5 – Результаты оптимизационных расчетов, третий этап, 1-я группа

Средняя ожидаемая урожайность с/х территории, цн/га	Средний риск, цн/га	Относительный риск, %	Распределение с/х территории под культуры (в долях единицы)		
			Пшеница озимая $X_1$	Рожь озимая $X_2$	Ячмень озимый $X_3$
25	4.41	18	0.5878	0.1526	0.2596
<b>27.74</b>	5.06	18	0.8273	0.1387	0.03399
<b>28</b>	5.12	18	0.8501	0.1374	0.01258

Таблица 6 – Результаты оптимизационных расчетов, третий этап, 2-я группа

Средняя ожидаемая урожайность с/х территории, цн/га	Средний риск, цн/га	Относительный риск, %	Распределение с/х территории под культуры (в долях единицы)			
			Пшеница яровая $X_1$	Ячмень яровой $X_2$	Кукуруза на зерно $X_3$	Просо $X_4$
15	3.8	25	0.388	0.3462	0.05757	0.2082
17	4.14	24	0.3359	0.4977	0.1475	0.01892
17.18	4.17	24	0.3312	0.5113	0.1556	0.00189

### 3. Расчет оптимизированного распределения территорий на 2018 год

Рассмотрим применение полученных результатов для расчетов распределения агротехнических территорий. Предположим, что суммарная агротехническая территории Ростовской области в 2018 году составит 4000 тыс. га. Тогда, в соответствии с полученными результатами (см. Таблица 3), средняя ожидаемая урожайность территории 30 цн/га при среднем относительном риске 24% может быть достигнута при следующем распределении площадей:

Зерновые культуры:  $S1=4000*0.8595=3438$  (тыс. га);

Подсолнечник:  $S2=4000*0.0452=180.8$  (тыс. га);

Картофель:  $S3=4000*0.0551=220.4$  (тыс. га);

Овощи:  $S4=4000*0.0402=160.8$  (тыс. га).

Внутри группы зерновых культур средняя ожидаемая урожайность территории 30 цн/га при среднем относительном риске 14% может быть достигнута при следующем распределении (см. Таблица 4):

Озимые зерновые культуры:  $S11=3438*0.5237=1800.4806$  (тыс. га);

Яровые зерновые культуры:  $S12=3438*0.0025=8.6638$  (тыс. га);

Рис:  $S13=3438*0.328=1127.6640$  (тыс. га);

Зернобобовые:  $S14=3438*0.1458=501.2604$  (тыс. га).

Внутри группы озимых зерновых культур урожайность территории 28 цн/га при среднем относительном риске 18% может быть достигнута за счет следующего распределения территории между культурами (см. Таблица 5):

Пшеница озимая:  $S111=1800.4806*0.8501=1530.5886$  (тыс. га);

Рожь озимая:  $S112=1800.4806*0.1374=247.3860$  (тыс. га);

Ячмень озимый:  $S113=1800.4806*0.0126=22.6861$  (тыс. га);

Внутри группы яровых зерновых культур средняя ожидаемая урожайность территории 17 цн/га при среднем относительном риске 24% может быть достигнута за счет следующего распределения агротехнических территорий (см. Таблица 6):

Пшеница яровая:  $S121=8.6638*0.3359=2.9102$  (тыс. га);

Ячмень яровой:  $S122=8.6638*0.4977=4.3120$  (тыс. га);

Кукуруза на зерно:  $S123=8.6638*0.1475=1.2780$  (тыс. га);

Просо:  $S122=8.6638*0.01892=0.1639$  (тыс. га).

Для удобства анализа полученных результатов сведем их в Таблицу 7.

Таблица 7 – Итоговые результаты оптимизационных расчетов

Группа с/х культур	Территория, тыс. га		Средняя урожайность (цн/га)	Риск (цн/га)	Прогнозируемый урожай (тыс. цн)
	план	2015 г			
Озимые зерновые	1800.48	2320.3	27.74	5.23	49945.32
Яровые зерновые	8.66	803.7	17.17	4.40	148.69
Рис	1127.66	15.8	39.73	8.53	44801.93
Зернобобовые	501.26	82.9	16.45	5.83	8245.73
Подсолнечник	180.8	891.43	11.29	2.74	2041.232
Картофель	220.4	34.3	97.34	67.53	21453.74
Овощи	160.8	25.0	119.96	47.22	4020

Как можно видеть из таблицы, результаты применения предложенной методики указывают на целесообразность увеличения площадей отведенных под выращивание овощей более чем в 6 раз, картофеля – почти в 7 раз, зернобобовых – 6 раз, риса – почти в 8 раз; вместе с этим, предлагается существенно сократить посевы яровых культур, обладающих относительно низкой урожайностью, в весовом отношении (почти в 10 раз). Кроме того, метод указывает на необходимость в целях оптимизации сократить посевы «легкого» подсолнечника почти в 5 раз. Также предлагается сократить посевы озимых зерновых культур в пользу более «весомых» овощей и картофеля. Кроме того, не учитывалась «весомость» различных типов сельскохозяйственных культур (например, подсолнечник и картофель

«весили» в модели одинаково, что и привело к существенному сокращению доли подсолнечника). Отмеченные моменты позволяют сделать вывод, о том, что модель может быть с успехом применена в отношении «равновесных» сельскохозяйственных культур. Однако при расчетах для разнородных агрокультур их необходимо относить к среднестатистической оптимальной урожайности.

#### Выводы

Предложена математическая модель оптимизации землепользования, основанная на «портфельной» теории – одном из основных инструментов оптимизации портфелей ценных бумаг в классических математических методах финансового анализа. Для расчетов на основе модели необходимы статистические выборки достаточного объема об урожайности основных сельскохозяйственных культур на оптимизируемой сельскохозяйственной территории. Модель, в целом, позволяет рассчитать оптимальное распределение территорий под посадку как основных групп сельскохозяйственных культур (зерновые, подсолнечник, картофель, овощи и т.д), так и видов внутри группы (озимые и яровые зерновые, рис, зернобобовые), а также конкретных зерновых культур. Расчеты показывают, что оптимальное распределение с/х территорий, рассчитанное на основе модели, позволяет повысить среднюю ожидаемую урожайность территорий при минимизации среднего риска.

Однако для практического применения модели является целесообразным относить урожайности агрокультур к их среднестатистическим оптимальным значениям, чтобы исключить фактор «различия весомости» разнородных агрокультур (например, овощи и подсолнечник).

Кроме того, для приведения модели в соответствие существующим квотам на производство сельскохозяйственной продукции, в нее необходимо в дальнейшем включить дополнительные ограничения по различным видам сельскохозяйственных культур.

#### Список литературы / References

1. Арсеньев, Ю.Н. Управление рисками / Ю.Н. Арсеньев.- М.: Высш. шк., 2007. - 420 с.
2. Соловьев, В.И. Математические методы управления рисками: учеб. пособие для студентов всех специальностей / В.И. Соловьев.- М.: ГУУ, 2009.- 98 с.
3. Онлайн-калькулятор «Методы оптимизации» [Электронный ресурс]. – URL: <http://math.semestr.ru> (дата обращения: 20.03.2017).
4. Online-сервисы по высшей математике [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.math-pr.com> (дата обращения: 15.03.2017).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Arsenyev Yu. N. Upravlenie riskami [Risk management] / Yu. N. Arsenyev. – M.: Vyssh. shk., 2007. - 420 p. [in Russian].
2. Soloviev V. I. Matematicheskie metody upravleniya riskami: ucheb.posobie dlja studentov vseh special'nostej [Mathematical methods for risk management: textbook. a manual for students of all disciplines] / V.I. Solovyov. – M.: GUU, 2009. – 98 p. [in Russian].
3. Onlajn-kal'kuljator «Metody optimizacii» [Online calculator «Methods of optimization»] [Electronic resource]. – URL: <http://math.semestr.ru> (accessed: 20.03.2017). [in Russian]
4. OnLine-servisyy po vysshej matematike [Online services for higher mathematics] [Electronic resource]. – URL: <http://www.math-pr.com> (accessed: 15.03.2017). [in Russian]



Под диссипативной функцией далее будем понимать модуль главного вектора элементарных сил трения скольжения, возникающих в пятне контакта, которое в общем случае совершает плоское движение относительно неподвижной шероховатой плоскости. Актуальным приложением рассматриваемой задачи может служить качение железнодорожных колес, которые в большинстве случаев совершают движение с верчением вокруг вертикальной оси (вилянием) [2, С. 69].

Согласно методу, изложенному в [5, С. 237], модуль этого главного вектора определяется формулой

$$F = fG|\omega_z|r^*, \quad (1)$$

где

$f$  – коэффициент трения скольжения, не зависящий от скорости,

$G = pS$  – нормальная сила, прижимающая колесо (тело) к рельсу (плоскости контакта),

$p$  – давление, равномерно распределенное по всей площадке,

$S$  – площадь многоугольника,  $\omega$  – угловая скорость вращения твердого тела вокруг вертикальной оси  $Oz$ .

В полярной системе координат  $(r, \lambda)$  с полярной осью  $OP$  в случае расположения мгновенного центра скоростей внутри контура площадки величина  $r^*$  равна

$$r^* = \frac{1}{3S} \int_0^{2\pi} r^3(\lambda) d\lambda, \quad (2)$$

где  $r(\lambda) = PM$  – расстояние от элементарной площадки до мгновенного центра скоростей  $P$ , координаты которого определяются формулами

$$x_p = -\frac{V_{oy}}{\omega_z}, \quad y_p = \frac{V_{ox}}{\omega_z}, \quad (3)$$

где  $V_{ox}$  и  $V_{oy}$  – проекции скорости полюса на связанные с площадкой оси координат, а  $M$  – точка контура пятна. Следовательно, задача нахождения диссипативной функции сводится фактически к определению поля скоростей точек, принадлежащих площадке контакта колеса. Координаты мгновенного центра скоростей в каждый момент времени считаем известными.

Положим, что вершины контура  $M_k$  заданы полярными координатами  $\rho_k$  и  $\varphi_k$  (см. рис.1). Площадь контакта тогда легко определяется с использованием формулы для модуля векторного произведения двух векторов, под которыми будем понимать радиус-векторы вершин многоугольника в декартовой системе координат  $xOy$

$$S = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \rho_k \rho_{k+1} \sin(\varphi_{k+1} - \varphi_k). \quad (4)$$

Здесь и далее  $N$  – число треугольников, на которое разбивается площадка контакта

Так как контур пятна контакта – полигональный, то формула (2) приобретает вид

$$r^* = \frac{1}{3S} \int_0^{2\pi} r^3(\lambda) d\lambda = \frac{1}{3S} \sum_{k=1}^N \int_{\lambda_k}^{\lambda_{k+1}} r_k^3(\lambda) d\lambda \quad (5)$$

Для определения расстояния  $r_k(\lambda)$  отрезки, соединяющие вершины треугольников с началом системы координат  $O$  и с мгновенным центром скоростей  $P$ , будем считать векторами с началом в точках  $O$  и  $P$  соответственно. Тогда, считая заданными полярные координаты вершин многоугольника  $M_k(\rho_k, \varphi_k)$ , находим

$$\cos \lambda_k = \frac{OP \cdot PM_k}{|OP| \cdot |PM_k|}. \quad (6)$$

Из рис.1 непосредственно видно, что

$$PM_k = OM_k - OP = \vec{\rho}_k - OP, \quad (7)$$

где вектор  $\vec{\rho}_k$  задается своими проекциями

$$\vec{\rho}_k = \{\rho_k \cos \varphi_k, \rho_k \sin \varphi_k\}. \quad (8)$$

Подставляя (7) с учетом (8) в (6), получаем

$$\cos \lambda_k = \frac{\rho_k (x_p \cos \varphi_k + y_p \sin \varphi_k) - x_p^2 - y_p^2}{\sqrt{(x_p^2 + y_p^2)[(\rho_k \cos \varphi_k - x_p)^2 + (\rho_k \sin \varphi_k - y_p)^2]}}. \quad (9)$$

Формулу (9) будем использовать для вычисления пределов интегрирования в правой части формулы (5).

Рассматривая треугольник  $PMM_k$ , находим

$$r_k(\lambda) = PM = \rho_k \frac{\sin \theta_k}{\sin(\theta_k + \lambda)}, \quad (10)$$

где угол  $\theta_k$  определяется с помощью формулы

$$\cos \theta_k = \frac{P\vec{M}_k \cdot M_k \vec{M}_{k+1}}{|P\vec{M}_k| \cdot |M_k \vec{M}_{k+1}|} = \frac{(\vec{\rho}_k - O\vec{P}) \cdot (\vec{\rho}_{k+1} - \vec{\rho}_k)}{|\vec{\rho}_k - O\vec{P}| \cdot |\vec{\rho}_{k+1} - \vec{\rho}_k|} \quad (11)$$

Подстановка (10) в (5) дает

$$\begin{aligned} r^* &= \frac{1}{3S} \sum_{k=1}^N \int_{\lambda_k}^{\lambda_{k+1}} r_k^3(\lambda) d\lambda = \frac{1}{3S} \sum_{k=1}^N \rho_k^3 \sin^3 \theta_k \int_{\lambda_k}^{\lambda_{k+1}} \frac{d\lambda}{\sin^3(\theta_k + \lambda)} = \\ &= \frac{1}{3S} \sum_{k=1}^N \rho_k^3 \sin^3 \theta_k \left[ -\frac{\cos(\theta_k + \lambda_{k+1})}{2 \sin^2(\theta_k + \lambda_{k+1})} + \frac{\cos(\theta_k + \lambda_k)}{2 \sin^2(\theta_k + \lambda_k)} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{tg \frac{\theta_k + \lambda_{k+1}}{2}}{tg \frac{\theta_k + \lambda_k}{2}} \right| \right] \end{aligned} \quad (12)$$

Подставляя (12) с учетом (4) в (1), получаем окончательную формулу для расчета диссипативной функции на полигональной площадке контакта.

$$F = fG|\omega_z| r^* = 2fG|\omega_z| \frac{\sum_{k=1}^N \rho_k^3 \sin^3 \theta_k \left[ -\frac{\cos(\theta_k + \lambda_{k+1})}{2 \sin^2(\theta_k + \lambda_{k+1})} + \frac{\cos(\theta_k + \lambda_k)}{2 \sin^2(\theta_k + \lambda_k)} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{tg \frac{\theta_k + \lambda_{k+1}}{2}}{tg \frac{\theta_k + \lambda_k}{2}} \right| \right]}{3 \sum_{k=1}^N \rho_k \rho_{k+1} \sin(\varphi_{k+1} - \varphi_k)} \quad (13)$$

В случае расположения мгновенного центра скоростей вне площадки контакта формула (12) остается справедливой, потому что при ее выводе на координаты мгновенного центра скоростей не накладывались никакие дополнительные условия.

Так как площадка контакта совершает плоское движение относительно рельса, то при исследовании динамического взаимодействия колеса с рельсом необходимо знание момента сил трения, возникающего в пятне контакта.

Момент сил трения на площадке контакта равен модулю главного момента элементарных сил трения, приложенных в каждой ее точке, относительно выбранного центра – начала системы координат и определяется формулой

$$M_O = \sum_{k=1}^N M_{Ok} = \sum_{k=1}^N \iint_{S_{\Delta}} |\vec{r}_k \times d\vec{F}_k|, \quad (14)$$

где определение  $r_k$  и  $d\vec{F}_k$  ясно из рис.2, а через  $S_{\Delta}$  обозначена площадь  $k$ -го треугольника  $OM_kM_{k+1}$ .

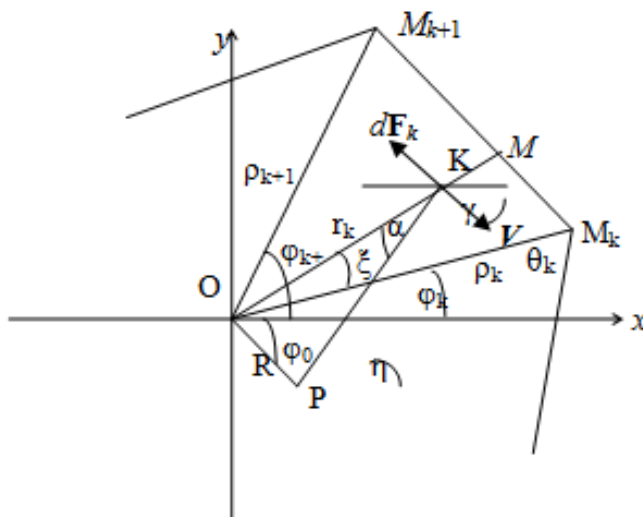


Рис.2 К определению момента сил трения,  $V$  – вектор скорости элементарной площадки,  $d\vec{F}_k$  – элементарная сила трения.

На рис.2 непосредственно видно, что вектор  $\vec{r}_k$  можно задать его проекциями на оси связанной с площадкой контакта системы координат  $Oxy$

$$\vec{r}_k = \{r \cos(\varphi_k + \xi), r \sin(\varphi_k + \xi), 0\}. \quad (15)$$

Аналогично можно представить элементарную силу трения в виде

$$d\vec{F} = \{-fprdrd\xi \cos \gamma, fprdrd\xi \sin \gamma, 0\}, \quad (16)$$

где смысл  $f$  и  $p$  определен выше, а для угла  $\gamma$  имеем формулы

$$\sin \gamma = \cos \eta, \cos \gamma = \sin \eta,$$

в которых

$$\cos \eta = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \eta}}, \sin \eta = \frac{\tan \eta}{\sqrt{1 + \tan^2 \eta}}, \text{ а } \tan \eta = \frac{r_k \sin(\varphi_k + \xi) - y_p}{r_k \cos(\varphi_k + \xi) - x_p}.$$

Подстановка (15) и (16) в (13) дает

$$\begin{aligned} M_o &= \sum_{k=1}^N \iint_{S_{\Delta}} |\vec{r}_k \times d\vec{F}_k| = fp \sum_{k=1}^N \int_{\lambda_k}^{\lambda_{k+1}} \int_0^{OM} r^2 \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) dr d\xi = \\ &= fp \sum_{k=1}^N \int_0^{OM} r^2 dr \int_{\lambda_k}^{\lambda_{k+1}} \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) d\xi = \frac{1}{3} fp \sum_{k=1}^N \int_{\lambda_k}^{\lambda_{k+1}} OM^3(\xi) \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) d\xi \end{aligned} \quad (17)$$

Рассматривая треугольник  $OM_kM_{k+1}$ , находим

$$OM = MM_k \frac{\sin \theta_k}{\sin \xi}. \quad (18)$$

Подставляя в (18)  $MM_k = \sqrt{OM^2 + \rho_k^2 - 2\rho_k \cos \xi \cdot OM}$ , получаем уравнение относительно  $OM$

$$\left(1 - \frac{\sin^2 \theta_r}{\sin^2 \xi}\right) OM^2 - 2\rho_k \cos \xi \cdot OM + \rho_k^2 = 0,$$

решение которого имеет вид

$$OM = \rho_k \left( \cos \xi \pm \frac{\sqrt{2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k}}{\sin \xi} \right). \quad (19)$$

Далее определяем угол  $\theta_k$ , для чего используем формулу

$$\begin{aligned} -\cos \theta_k &= \frac{OM_k \cdot M_k \vec{M}_{k+1}}{|OM_k| \cdot |M_k \vec{M}_{k+1}|} = \frac{\vec{\rho}_k \cdot (\vec{\rho}_{k+1} - \vec{\rho}_k)}{\rho_k |\vec{\rho}_{k+1} - \vec{\rho}_k|} = \frac{\vec{\rho}_k \cdot \vec{\rho}_{k+1} - \rho_k^2}{\sqrt{\rho_{k+1}^2 + \rho_k^2 - 2\rho_k \rho_{k+1} \cos(\varphi_{k+1} - \varphi_k)}} = \\ &= \frac{\rho_{k+1} \cos(\varphi_k + \varphi_{k+1}) - \rho_k}{\sqrt{\rho_{k+1}^2 + \rho_k^2 - 2\rho_k \rho_{k+1} \cos(\varphi_{k+1} - \varphi_k)}}. \end{aligned} \quad (20)$$

Подставляя (20) в (19), получаем расстояние  $OM$  как функцию угла  $\xi$ .

Следующая подстановка (19) в (17) дает

$$\begin{aligned} M_o &= \frac{1}{3} fp \sum_{k=1}^N \int_{\lambda_k}^{\lambda_{k+1}} OM^3(\xi) \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) d\xi = \\ &= \frac{1}{3} fp \sum_{k=1}^N \rho_k^3 \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \left( \cos \xi \pm \frac{\sqrt{2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k}}{\sin \xi} \right)^3 \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) d\xi \end{aligned} \quad (21)$$

В результате преобразования интеграла в правой части (21) получаем

$$\int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \left( \cos \xi \pm \frac{\sqrt{2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k}}{\sin \xi} \right)^3 \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) d\xi = I_1 \pm I_2 + I_3 \pm I_4, \quad (22)$$

где

$$\begin{aligned} I_1 &= \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \cos^3 \xi \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) d\xi = \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \cos^3 \xi [\sin(\varphi_k + \gamma) \cos \xi + \cos(\varphi_k + \gamma) \sin \xi] d\xi = \\ &= \sin(\varphi_k + \gamma) \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \cos^4 \xi d\xi + \cos(\varphi_k + \gamma) \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \cos^3 \xi \sin \xi d\xi = \\ &= \frac{3}{8} (\varphi_{k+1} - \varphi_k) + \frac{\sin 2\varphi_{k+1} - \sin 2\varphi_k}{4} + \frac{\sin 4\varphi_{k+1} - \sin 4\varphi_k}{32} - \cos(\varphi_k + \gamma) \frac{\cos^4 \varphi_{k+1} - \cos^4 \varphi_k}{4}, \\ I_2 &= 3 \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \cos^2 \xi \frac{\sqrt{2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k}}{\sin \xi} \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) d\xi = \\ &= 3 \sin(\varphi_k + \gamma) \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \cos^3 \xi \frac{\sqrt{2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k}}{\sin \xi} d\xi + \\ &\quad + 3 \cos(\varphi_k + \gamma) \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \cos^2 \xi \sqrt{2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k} d\xi, \\ I_3 &= 3 \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \cos \xi \frac{2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k}{\sin^2 \xi} \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) d\xi = \\ &= 3 \sin(\varphi_k + \gamma) \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \operatorname{ctg}^2 \xi [2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k] d\xi + 3 \cos(\varphi_k + \gamma) \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \operatorname{ctg} \xi [2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k] d\xi, \\ I_4 &= \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \frac{[2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k]^{\frac{3}{2}}}{\sin^3 \xi} \sin(\varphi_k + \gamma + \xi) d\xi = \sin(\varphi_k + \gamma) \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \frac{[2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k]^{\frac{3}{2}}}{\sin^3 \xi} \cos \xi d\xi \\ &\quad + \cos(\varphi_k + \gamma) \int_{\varphi_k}^{\varphi_{k+1}} \frac{[2 \cos^2 \xi - \cos^4 \xi - \cos^2 \theta_k]^{\frac{3}{2}}}{\sin^2 \xi} d\xi. \end{aligned}$$

### Заключение

В статье получена формула для расчета главного вектора элементарных сил сухого трения на полигональной площадке контакта, совершающей плоское движение. Модуль главного вектора сил трения пропорционален отношению частичных сумм рядов, число членов которых равно числу вершин многоугольника, которым аппроксимируется площадка контакта, а члены рядов есть функции полярных координат вершин многоугольника.

Формула расчета для модуля главного вектора сил кулоновского трения ковариантна по отношению к переходу мгновенного центра скоростей из внутренней части площадки контакта во внешнюю область.

В статье приводится решение в квадратурах задачи об определении момента сил сухого трения на полигональной площадке, совершающей плоское движение по неподвижной шероховатой плоскости. Погрешность аппроксимации определяется числом вершин многоугольника и численно равна модулю первого отбрасываемого члена ряда в формулах (13) и (21).

Полученные формулы могут использоваться в прикладных задачах качения железнодорожных колес при оценки сил и моментов кулоновского трения на площадках контакта, ограниченных произвольным контуром и совершающих плоское движение относительно шероховатой поверхности.

Численные расчеты по полученным формулам позволяют проводить сравнительный анализ характеристик смазывающих материалов.

### Список литературы / References

1. Вериго М.Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава / М.Ф. Вериго, Ф.Я. Коган. – М.: Транспорт. –1986. – 477 с.
2. Вершинский С.В. Динамика вагона / С.В. Вершинский, В.Н. Данилов, И.И. Челноков. – М.: Транспорт. –1972. – 303 с.
3. Гарг В.К. Динамика подвижного состава / В.К. Гарг, Р.В. Дуккипати. – М.: Транспорт. –1988. – 392 с.



4. Сакало В.И. Контактные задачи железнодорожного транспорта / В.И. Сакало, В.С. Косов – М.: Машиностроение. – 2004. – 495 с.
5. Лурье А.И. Аналитическая механика / А.И. Лурье – М.: ГИФМЛ. – 1961. – 824 с.
6. Червинский В.П. Диссипативная функция кулонова трения на эллиптической площадке контакта. / В.П. Червинский // Трение и износ. – 2011. – Т. 32. – № 5. – С. 511-521.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Verigo M.F., Kogan A.J. Vzaimodeystvie puti i podvizhnogo sostava [Interaction of the track and rolling stock] / M.F. Verigo, A.J. Kogan – М. : Transport.–1986. – 477 p.
2. Vershinskii S.V. Dynamika vagona [The dynamics of the railway carriage] / S.V. Vershinskii, V.N. Danilov, I.I. Chelnokov. – М. : Transport. – 1972. – 303 p.
3. Garg R.V. Dynamika podvizhnogo sostava [Dynamics of rolling stock] / R.V. Garg, M.K. Dukkipati. – М. : Transport. – 1988. – 392 p.
4. Sakalo V.I., Contactnie zadachi zheleznodorozhnogo transporta [Contact tasks of the railway transport] / V.I. Sakalo, V.S. Kossov. – М. : Mashinostroenie. – 2004. – 495 p.
5. Lurie A.I. Analyticheskaya mehanika [Analytical mechanics] / A.I. Lurie – М.: GIFML. – 1961. – 824 p.
6. Chervinskii V.P. Dissipativnaya funkziya kulonova treniya na ellipticheskoy ploschadke kontakta [Dissipative Function of Coulomb Friction on Elliptical Contact Area] / V.P. Chervinskii // Zhurnal Trenie i Iznos [Journal of Friction and Wear]. – 2011. – Vol. 32. – № 5. – P. 511–521. [in Russian]

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.109>

Бронникова М.В.

Аспирант 3 курса института инженерных технологий и естественных наук  
Белгородский государственный национальный исследовательский университет

#### ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В СФЕРЕ ГИДРОСЕТИ

*Аннотация*

*В статье предоставлен обзор наиболее популярных подходов к моделированию автоматизированных систем интеллектуального мониторинга и управления экологической безопасностью в сфере водохозяйственного сектора, выполненный на основе литературных источников, публикаций, представленных в отечественных и зарубежных научных журналах и открытых источниках. Описаны принципы построения адаптивных систем рассматриваемого класса и предъявляемые к ним требования. Представлена информация о ведущих российских и зарубежных центрах и университетах, имеющих значимые наработки в области моделирования систем интеллектуального экомониторинга в России.*

**Ключевые слова:** модель системы, автоматизированная система интеллектуального мониторинга и управления, экологическая безопасность.

Bronnikova M.V.

Postgraduate student of the 3d course the institute of Engineering Technology and Science  
Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation

#### APPROACHES TO MODELING AUTOMATED SYSTEMS OF INTELLIGENT MONITORING AND MANAGEMENT OF ECOLOGICAL SAFETY IN DRAINAGE SYSTEM

*Abstract*

*The article provides an overview of the most popular approaches to the modeling of automated systems for intelligent monitoring and management of environmental safety in the water sector, made on the basis of literature, publications, presented in national and international scientific journals and public sources. It also provides the principles of construction of adaptive systems of this class and requirements to them. The information on leading Russian and foreign centers and universities with significant experience in the field of predictive modeling systems of environmental intelligent monitoring in Russia is also represented in the article.*

**Keywords:** model of the system, the automated system of intelligent monitoring and control, environmental safety.

The construction of modern systems in the field of environmental safety management should ensure that decision-making in a dynamically changing situation in fuzzy or incomplete information on the level of human intelligence. To do this, the components of the automated control systems should operate on the basis of adaptive models, the ability to adapt its structure and parameters to the time-varying states of object management and environmental conditions, the totality of which is the intelligent decision support components.

Analysis and review of the scientific literature in the study subject area revealed that the authors [5, P. 97], [7, P. 114] most fully reflect the basic principles of adaptive environmental safety management systems:

- priority of the protection of the environment, life and health, as well as staff man-made objects in front of other commercial and social goals and objectives;
- compliance with the goals of the modeled system (all of its subsystems) targets higher systems;
- the completeness and adequacy of the collected and the resulting ecological information functioning of the system;

- *universality of the model of environmental safety monitoring and control system for areas at various levels of the hierarchy and destination;*
- *adaptability and mobility*, ensuring prompt response of the system and all of its constituent sub-systems to the current changes in the management of the facility and the environment;
- *identification of causal relationships and regularities of functioning of pollution sources and their impact on the environment;*
- *realism of evaluations (forecasts).*

Currently, the traditional mathematical models and methods do not ensure the implementation of the above mentioned principles in the decision support systems, as in a number of decision-making problems is very complex dependencies do not allow conventional analytical representation or due to incomplete information remain unknown, some elements of the model that determines the need for the use of computer simulation and artificial intelligence methods.

Well-built model, satisfying certain common requirements should be [9, P. 136], [10, P. 25]:

- *functionally complete in terms of features to solve the main problems;*
- *adequate* (able to render the necessary completeness and accuracy of all object properties that are relevant for the purposes of this study);
- *simple enough;*
- *easy to manage and use;*
- *adaptive* (makes it easy to switch to other modifications or update data);
- *changes are allowed* (it can be complicated in operating process).

In the study of ecological systems homomorphic, less isomorphic, mathematical models of different levels of modeling are used. The most comprehensive assessment model described the quality of the aquatic environment and the propagation of pollutants; environmental and economic activities of enterprises; valuation of anthropogenic impact on water bodies, such as [8, P. 59], [11, P. 170], [13, P. 316].

Objects of water complex is a multi-dimensional system with a number of input and output variables, depending on the number which distinguishes the type of "one input - multiple output" of the system (SIMO), «a lot of inputs - one output» (MISO) and "Multiple Input - Multiple Outputs » (MIMO). They are described as "white", "black" or "grey" boxes. "White" box, as known to take place in the system of processes, takes into account the specific form of the transfer functions of the individual blocks. In solving the problems of identifying transfer functions themselves "black" boxes are unknown and in this case the models are built on the basis of the empirical data and known mathematical relationships between input and output, with other ratios are used to a different set of data. This lack of experimental information about the system under study leads to errors in mathematical modeling, so in most cases used in practice mixed "grey" boxes.

Easy to use, a relatively small number of the initial information for the preliminary forecasts required in the development of control actions become causes of the spread of empirical models of the water sector, the construction of which are widely used methods of regression, variance, correlation, discriminate and cluster analysis.

However, the impossibility of taking into account the environmental hypotheses, causal relationships between variables and applicability only received conditions do not allow empirical models reveal the mechanisms of the phenomena studied, will be questionable validity forecast estimates obtained by applying these models in terms of extrapolation.

In order to rationalize the proposed method is a flexible information modeling [2, P. 114], in which, in contrast to the analytical approach to the "synthetic" black box method is modeled external functioning of the system. Let  $x$  to be a set, the components of which correspond to the quantitative properties of natural-technical system,  $x'$  is a lot of external influences that affect the result of the interaction of water and man-made systems. The response process can be described by an unknown vector function  $F$ :  $y = F(x, x')$ , where  $y$  is the response vector. The Information modeling is the identification of the test process consists in finding algorithm, the functional relationship or rule systems in general form  $\bar{y} = G(x, x')$ , associating each pair of vectors  $(x, x')$  with the vector  $\bar{y}$  so that  $y$  and  $\bar{y}$  close to some metric that reflects the purpose of the simulation. Ratio  $\bar{y}$  is called the information model of the system  $F$ .

Without the use of mathematical modeling as an effective method of system analysis cannot account for all the important elements of the drainage system and its components, as well as numerous responses of aquatic ecosystems due to the high dynamics of the hydrosphere. Since it is difficult and often unacceptable conduct direct experiments with natural objects and the possibility of laboratory simulation is very limited, this method allows us to study the environmental situation is a real-time scale.

An important feature of the aquatic ecosystem modeling is that the mathematical description of the basic processes occurring in them is based on the laws of the various natural sciences: physical, chemical, hydrological, etc. and it is a prerequisite for the use of mathematical methods that reflect the exact scheme of causality.

Most widespread approach to describe physical and chemical processes, diffusion and transfer of substances in the water flow of the system of differential equations in partial derivatives, including the Navier-Stokes equations, turbulent diffusion (hydrodynamic component), the equations of motion (Saint-Venant), the equation of advection-diffusion, and description of processes as phase transfer phenomena transport substance (volatility and aeration) with two membrane model; assumptions on Gaussian distribution law; use Student's test as a statistic. In models of eutrophication, the transfer from distributed sources, distribution of toxicants in aquatic environment are important sorption processes described by isotherms of Langmuir and Freundlich.

The complex nature of biological and microbiological processes causes their description homomorphic mathematical models. For example, processes associated with the decomposition of biomass production processes and described by simple material balance equations which are quite sensitive to external influences.

Special attention is paid to ecological modeling equations of chemical kinetics, many chemical reactions are considered to be a first-order reaction, to describe the relations between the ion and its concentration using a simplified equation of Debye-

Hyukel. Suffice fast ionization processes, aggregation and precipitation included in the model as well-established limits the settling of suspended particles is always described by a differential equation of the first order.

Also, most fully developed hydrological models of water regime used in solving the problems of water management planning and hydrological forecasting related to the calculations and forecasts of the volume flow, the maximum cost impact assessment of human impact on the hydrological regime of the watersheds, as well as employees of the base to form the removal of models of dissolved and adsorbed substances, water erosion, silts, drains.

Optimization models have been widely used in solving various water sector management tasks: choosing the best water treatment schemes; calculation of reservoir dispatching management rules, as well as floods and floods; meet the demand in water consumption in cross-border areas; calculation of enterprise environmental charges and others.

Currently in the study of complex systems in cases where the analytical solution is difficult or impossible, simulations are gaining more and more popularity. Unlike mathematical models are the most adequate to the real ecological processes, the construction of which should be taken into account as much as possible the details, it is not always possible due to almost unattainable completeness of the information.

None of the studied system factors can be considered independent, as it constantly interacts with other and after a while begins to feel the effects of feedback. In today's modeling the interaction of environmental and economic elements of the system is in the form of a cognitive map, the final balance which allows approximately assesses the type of feedback in the model constructed.

The integration of management information systems with artificial intelligence systems increase the efficiency of management through the timely provision of the person making the decision timely information required. The foreign and domestic research intellectualization of decision support has evolved in different directions of artificial intelligence.

Most fully in the research works of authors, for example, [6, P. 8], [12, P. 3], [14, P. 849] described the system, the main mechanism of intellectualization which is a particular way of reasoning, where the formation of decision support is based on rules, precedents, ontologies, knowledge is represented by a production and logic models, frames, semantic networks, precedents of problematic situations.

The prospects of intellectualization of the components of the control system based on smart technologies that mimic natural processes: fuzzy logic, evolutionary (genetic) algorithms and artificial neural network is shown [4, P. 114], [16, P. 42].

Common to all the genetic algorithm approach is based on the analogy of the dominance of Pareto with the process of natural selection (selection) in the process of evolution. Stability of genetic algorithms, parallel processing using a variety of alternative solutions to environmental problems and organizing the search for the most promising of them provide inherent properties of them use a minimum of information about the problem, operations on populations, encoding parameters, and randomization.

In the case of complex non-linear functions, when it is difficult to formalize the laws that bind the original input data and the output or impossible to construct an algorithm or a logical calculus of the complexity of the accounting of all the factors used neural network model. However, for the practical implementation of selected neural networks with a simple architecture, which is due to cost a lot of time to organize their structures and problems of retraining. For example, a network that has the structure of a multilayer perceptron with a direct signal transmission and is characterized by the most sustainable behavior, as well as network by Kohonen, Hopfield and others.

For the automation of complex, poorly structured processes in the works of authors such as [3, P. 5], [15, P. 72], considered the problems of using fuzzy information and fuzzy output as fuzzy modeling allows the management in the field of drainage into account not only quantitative but also qualitative factors: economic and geographic conditions of the region in which the water bodies, river basin districts, the sources of water supply, etc.

A significant expansion of the prospects for the development and practical application of mathematical modeling, neural networks, evolutionary algorithms in the field of drainage control associated with the use of geoinformation technologies [1, P. 21], intelligent components which allow us to automate the procedure of the hydrological regime of territories and fundamental laws of transferring substances; conduct space-time analysis; to solve the problems of planning transportation routes and transfer the water to the end user, ensuring the rational use of water resources, and others.

The world leader in the development and application of software and computer technology to hydrology, hydraulic engineering, water supply, sewerage and drainage, hydrogeology, oceanography and protection of the aquatic environment is a Danish company DHI: Water. Environment. Health [17]. Also significant results in the field of ecological modeling has made the US company Aquaveo [18], which produces software systems for managing groundwater and surface water.

In the Russian Federation, Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences (RAS) [19], Institute of Water Problems of the North Karelian Research Centre of Russian Academy of Sciences [20], St. Petersburg Economics and Mathematics Institute of Russian Academy of Sciences [21], Institute of Water and Ecological Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences [22] actively engaged in the development models of intelligent systems to monitor and control the environmental safety of water management complex. The results of studies aimed at assessing and forecast changes in the hydrological regime, aquatic ecosystems in the development of the economy and climate change; estimate the distribution parameters of runoff and nutrient load on water bodies, etc. It should be noted that domestic products are embedded not only in our country but also in organizations around the world: USA, Canada, Germany, France and others.

The analysis showed that the existing automated systems of ecological safety of environmental monitoring and control in the field of drainage system - including having a well-developed network of mobile and fixed stations equipped with sensors and aquatic ecosystems monitoring devices that use aerospace methods of monitoring and GIS technologies, the calculated methods - are the following drawbacks that prevent the improvement of ecological situation: the lack of a common information space for environmental monitoring; weak implementation of strategic management; the absence of a comprehensive evaluation of the current projected state and the provision of ecological situation scenario development; weak updated decision support tasks.

To solve the above mentioned problems is needed to build and update the environmental safety management systems in the area of the drainage system, the functioning of which is based on a data mining with the use of situational modeling, which will provide an immediate transformation in specific productive ecological data into control actions.

#### Список литературы / References

1. Глотов А. А. Интеллектуализация геоинформационных систем: подходы и направления / А. А. Глотов // Геоматика. – 2015. – № 4. – С. 18-24.
2. Дунин-Барковский В. Л. Нейроинформатика / В. Л. Дунин-Барковский, А. Н. Горбань, С. А. Терехов и др. – НОУ «Интуит», 2016. – 331 с.
3. Ермоленко Д. Н. Компьютерная поддержка принятия решений по управлению очисткой сточных вод на основе нечеткого моделирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук :05.13.01 : разослан : 21.04.2005 / Ермоленко Дмитрий Николаевич. – Белгород, 2005. – 24 с.
4. Журенков О. В. Методика применения карт Кохонена для выделения линии уреза воды по спутниковым снимкам / О. В. Журенков // Известия Алтайского государственного университета. – 2016. – № 1(89). – С. 111-116.
5. Иващук О. А. Автоматизация как основа реализации принципов современной системы управления экологической безопасностью / О. А. Иващук // Информационные системы и технологии. – 2009. – № 4(54). – С. 95-104.
6. Капыш А. С. Интеллектуальная система поддержки принятия решений на основе рассуждений по прецедентам (на примере задачи управления водохозяйственной системой): дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 : защищена 07.06.11 / Капыш Александр Сергеевич. – Волгоград, 2011. – 238 с.
7. Константинов И. С. Особенности построения и интеллектуализации системы экомониторинга в составе автоматизированной системы управления экологической безопасностью / И. С. Константинов, О. Д. Иващук // Информационные системы и технологии. – 2010. – № 6(62). – С. 113-118.
8. Пряжинская В. Г. Математические модели управления качеством природных вод / В. Г. Пряжинская // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 4(8). – С. 53-64.
9. Самарский А. А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – 2-е изд., испр. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 320 с.
10. Советов Б. Я. Моделирование систем: учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.
11. Цхай А. А. Модели системы поддержки принятия решений «Гидроменеджер» для управления водными ресурсами / А. А. Цхай // Ползуновский вестник. – 2003. – № 1-2. – С. 168-177.
12. Шкундина Р. А. Интеллектуальная система поддержки принятия решений на основе онтологии (на примере управления очисткой сточных вод): автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 : разослан : 06.10.2006 / Шкундина Роза Александровна. – Уфа, 2006. – 16 с.
13. Cockerill Kristan. Environmental reviews & case studies: engaging the public and decision makers in cooperative modeling for regional water management / Cockerill Kristan, Tidwell Vincent, Daniel Lacy, Sun Amy. // Environmental Practice. – 2010. – V. 12. – P. 316-327.
14. Kazeli H. An Intelligent hybrid decision support system for the management of water resources / H. Kazeli, E. Keravnou, T. C. Christofides. // International Journal of Pattern Recognition & Artificial Intelligence. – 2003. – V. 17. – Is. 5. – P. 837-862.
15. Makropoulos C. K. Fuzzy logic spatial decision support system for urban water management / C. K. Makropoulos, D. Butler, C. Maksimovic. // Journal of Water Resources Planning & Management. – 2003. – V. 129. – Is. 1. – P. 69-77.
16. Muleta Misgana K. Decision support for watershed management using evolutionary algorithms / Misgana K. Muleta, John W. Nicklow. // Journal of Water Resources Planning & Management. – 2005. – V. 131. – Is. 1. – P. 35-44.
17. Официальный сайт компании DHI: Water.Environment.Health [Электронный ресурс]. URL: <http://mikebydhi.com/Contact/Europe/Russia.aspx/> (дата обращения 15.04.2017).
18. Официальный сайт компании Aquaveo [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aquaveo.com/> (дата обращения 15.04.2017).
19. Официальный сайт ФГБУ Института Озероведения Российской академии наук [Электронный ресурс]. URL: <http://www.limno.org.ru/> (дата обращения 15.04.2017).
20. Официальный сайт Института водных проблем Севера Карельского научного центра Российской академии наук [Электронный ресурс]. URL: <http://water.krc.karelia.ru/> (дата обращения 15.04.2017).
21. Официальный сайт ФГБУ Санкт-Петербургский экономико-математический институт Российской академии наук [Электронный ресурс]. URL: <http://emi.nw.ru/> (дата обращения 15.04.2017).
22. Официальный сайт Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iwep.ru/> (дата обращения 15.04.2017).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Glotov A. A. Intellectuallizaciya geoinformacionnyh sistem: podhody i napravleniya [Intellectualization geoinformation systems: approaches and directions] / A. A. Glotov // Geomatika [Geomatics]. – 2015. – № 4. – P. 18-24. [in Russian]
2. Dunin-Barkovskij V. L. Nejroinformatika [Neuroinformatics] / V. L. Dunin-Barkovskij, A. N. Gorban', S. A. Terekhov and others. – NOU «Intuit», 2016. – 331 p. [in Russian]
3. Ermolenko D. N. Komp'yuternaja podderzhka prinjatija reshenij po upravleniju ochistkoj stochnykh vod na osnove nechetkogo modelirovanija [Computer support of decision-making on the management of waste water purification on the basis of fuzzy modeling] : abstract dis. ... of PhD in Engineering :05.13.01 : sent : 21.04.2005 / Ermolenko Dmitriy Nikolaevich. – Belgorod, 2005. – 24 p. [in Russian]

4. Zhurenkov O. V. Metodika primeneniya kart Kokhonena dlja vydeleniya linii ureza vody po sputnikovym snimkam [Method of use Kohonen maps to highlight the water line on the satellite imagery] / O. V. Zhurenkov // Izvestiya Altajskogo gosudarstvennogo universiteta [News of Altai State University]. – 2016. – № 1(89). – P. 111-116. [in Russian]
5. Ivashhuk O. A. Avtomatizacija kak osnova realizacii principov sovremennoj sistemy upravlenija ehkologicheskij bezopasnost'ju [Automation as a basis for implementing the principles of modern environmental safety management system] / O. A. Ivashhuk // Informacionnye sistemy i tekhnologii [Information systems and technologies]. – 2009. – № 4(54). – P. 95-104. [in Russian]
6. Kapysh A. S. Intellektual'naja sistema podderzhki prinjatija reshenij na osnove rassuzhdenij po precedentam (na primere zadachi upravlenija vodokhozjajstvennoj sistemoj) [Intelligent decision support system based on arguments by precedents (for example, water system management tasks)]: dis. ... of PhD in Engineering : 05.13.01 : defense of the thesis 07.06.11 / Kapysh Aleksandr Sergeevich. – Volgograd, 2011. – 238 p. [in Russian]
7. Konstantinov I. S. Osobennosti postroeniya i intellektualizacii sistemy e'kmonitoringa v sostave avtomatizirovannoj sistemy upravleniya e'kologicheskij bezopasnost'yu [Features of construction and intellectualization of environmental monitoring systems as part of an automated environmental control system] / I. S. Konstantinov, O. D. Ivashhuk // Informacionnye sistemy i tekhnologii [Information systems and technologies]. – 2010. – № 6(62). – P. 113-118. [in Russian]
8. Pryazhinskaya V. G. Matematicheskie modeli upravleniya kachestvom prirodnyx vod [Mathematical model of quality management of natural waters] / V. G. Pryazhinskaya // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Tomsk State University]. – 2009. – № 4(8). – P. 53-64 [in Russian]
9. Samarskij A. A. Matematicheskoe modelirovanie. Idei. Metody. Primery [Mathematical modeling. Ideas. Methods. Examples] / A. A. Samarskij, A. P. Mixajlov. – 2-e izd., ispr. M.: FIZMATLIT, 2005. – 320 p. [in Russian]
10. Sovetov B. Ya. Modelirovanie sistem: uchebnik dlya vuzov [Modeling systems: a textbook for high schools] / B. Ya. Sovetov, S. A. Yakovlev – M.: Vysshaya shkola [Higher School], 2001. – 343 p. [in Russian]
11. Cxaj A. A. Modeli sistemy podderzhki prinyatiya reshenij «Gidromenedzher» dlya upravleniya vodnymi resursami [Support system decision-making model "Hydro" Water resources management] / A. A. Cxaj // Polzunovskij vestnik [Polzunovsky Gazette]. – 2003. – № 1-2. – P. 168-177. [in Russian]
12. Shkundina R. A. Intellektual'naya sistema podderzhki prinyatiya reshenij na osnove ontologii (na primere upravleniya ochistkoj stochnyx vod) [Intelligent decision support system based on ontology (on wastewater management example)] : abstract dis. ... of PhD in Engineering :05.13.01 : sent : 06.10.2006 / Shkundina Roza Aleksandrovna. – Ufa, 2006. – 16 p. [in Russian]
13. Cockerill Kristan, Tidwell Vincent, Daniel Lacy, Sun Amy. Environmental reviews & case studies: engaging the public and decision makers in cooperative modeling for regional water management // Environmental Practice. 2010. V. 12. P. 316-327.
14. H. Kazeli, E. Keravnou, T. C. Christofides. An Intelligent hybrid decision support system for the management of water resources // International Journal of Pattern Recognition & Artificial Intelligence. 2003. V. 17. Is. 5. P. 837-862.
15. C. K. Makropoulos, D. Butler, C. Maksimovic. Fuzzy logic spatial decision support system for urban water management // Journal of Water Resources Planning & Management. 2003. V. 129. Is. 1. P. 69-77.
16. Misgana K. Muleta, John W. Nicklow. Decision support for watershed management using evolutionary algorithms // Journal of Water Resources Planning & Management. 2005. V. 131. Is. 1. P. 35-44.
17. Oficial'nyj sajt kompanii DHI: Water.Environment.Health [The official website of DHI: Water.Environment.Health] [Electronic resource]. URL: <http://mikebydhi.com/Contact/Europe/Russia.aspx/> (accessed: 15.04.2017).
18. Oficial'nyj sajt kompanii Aquaveo [Official site Aquaveo] [Electronic resource]. URL: <http://www.aquaveo.com/> (accessed: 15.04.2017).
19. Oficial'nyj sajt FGBU Instituta Ozerovedeniya Rossijskoj akademii nauk [The official website FGBU Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences] [Electronic resource]. URL: <http://www.limno.org.ru/> (data obrashcheniya 15.04.2017). [The official website FGBU Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences [Electronic resource]. URL: <http://www.limno.org.ru/> (accessed: 15.04.2017).] [in Russian]
20. Oficial'nyj sajt Instituta vodnyx problem Severa Karel'skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk [The official website of the Institute of Water Problems of the North Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences] [Electronic resource]. URL: <http://water.krc.karelia.ru/> (accessed: 15.04.2017).] [in Russian]
21. Oficial'nyj sajt FGBU Sankt-Peterburgskij e'konomiko-matematicheskij institut Rossijskoj akademii nauk [The official website FGBU St. Petersburg Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences] [Electronic resource]. URL: <http://emi.nw.ru/>. (accessed: 15.04.2017).] [in Russian]
22. Oficial'nyj sajt Instituta vodnyx i e'kologicheskix problem Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk [The official website of the Institute of Water and Ecological Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences] [Electronic resource]. URL: <http://www.iwep.ru/> (accessed: 15.04.2017).] [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.126>Василова Е. В.<sup>1</sup>, Власов А.И.<sup>2</sup>, Евдокимов Г. М.<sup>3</sup><sup>1</sup>Бакалавр,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0001-5581-4982, Кандидат технических наук, Доцент,<sup>3</sup>магистр,

Московский государственный технический университет им.Н.Э.Баумана,

**НЕВЕРБАЛЬНЫЕ КОММУНИКАЦИИ ЖИВОТНОГО МИРА: КАРТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕСТОВЫХ ЯЗЫКОВ****Аннотация**

Во второй работе цикла работ по невербальным коммуникациям животного мира основное внимание уделено концепции реализации мобильного коммуникатора для обработки жестовых языков животного мира. Подробно рассмотрены особенности автоматизированной обработки жестового языка Игуана Зелёная (Iguana Iguana). Подробно проанализированы поведенческие формы Игуаны Зелёной (Iguana Iguana). Проанализированы особенности скелетизации и распознавания изображений элементов жестового языка. Представлена концепция интерактивного мобильного приложения со встроенной экспертной системой, реализующее распознавание визуального поведенческого языка Игуаны Зелёной (Iguana Iguana) и формирование рекомендаций по поведенческим стратегиям для коммуникации.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, язык жестов, Игуана Зеленая, Iguana, мобильные приложения.

Vasilova E.V.<sup>1</sup>, Vlasov A.I.<sup>2</sup>, Evdokimov G.M.<sup>3</sup><sup>1</sup>Bachelor,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0001-5581-4982,

PhD in Engineering, Associate Professor,

<sup>3</sup>Master,

Bauman Moscow State Technical University,

**NONVERBAL COMMUNICATION IN THE ANIMAL WORLD: MAPPING OF ELEMENTS OF SIGN LANGUAGES****Abstract**

In the second work from the cycle of works devoted to non-verbal communication in the animal world, the main attention is paid to the concept of implementation of a mobile communicator for processing of sign languages in the animal world. The features of the automated processing of sign language of green iguana (Iguana iguana) are considered in detail. The behavioral forms of green iguana (Iguana iguana) were analyzed in detail. The features of skeletonization and image recognition of sign language elements were analyzed. The concept of interactive mobile application with built-in expert system is presented in the paper; it implements the recognition of the visual behavioral language of Iguana iguana and provides the recommendations on behavioral strategies for communication.

**Keywords:** artificial intelligence, sign language, green iguana, Iguana, mobile applications.

**Введение**

В первой работе цикла [1], посвященного исследованиям невербальных коммуникаций животного мира, методам и способам распознавания элементов жестовых языков и их автоматизированной обработке, были проанализированы методики формализации элементов жестового языка животных на примере Игуаны Зелёной, проведен анализ ее поведенческих и коммуникативных аспектов, дана постановка проблемы реализации универсального мобильного коммуникатора - Iguafon. В данной работе основное внимание будет уделено формализации (картирования) жестовых языков для формирования базы знаний коммуникатора Iguafon'a.

В работе [1] показано, что коммуникативные возможности можно разделить на вербальные коммуникации – коммуникации, осуществляемые с помощью устной речи как системы кодирования (передача информации) и невербальные – сообщения, передаваемые без применения устной речи (например, с помощью жестов, мимики, поз, взгляда и т.п. – передача отношения). Отмечено, что основная проблема невербальных коммуникаций – их слабая стандартизованность и формализованность, что влечет за собой сложность их интерпретации [2, С.15], [3, С.10]. Одним из базовых компонентов невербальных форм коммуникации являются жестовые языки – это сложные лингвистические системы, обладающие собственной лексикой и грамматикой, которые используют для общения через жестовые конструкции [4, С.101]. Начиная с середины XX века жестовые языки стали исследовать с позиции систем коммуникаций [5, С.15]. Сложность анализа жестовых языков обусловлена проблемой их формализации и интерпретации [6, С.57], постановка задачи автоматизированной обработки жестовых языков с применением универсального коммуникатора дана в [1]. Компоненты жеста (фонемы) для жестового языка человека делятся на пять типов: форма руки, ориентация ладони, движение, место артикуляции и немануальный компонент (выражение лица) [7, С.134], [8, С.20], [9, С. 8]. Отдельным, бурно развивающимся направлением исследований в последнее время стало исследование жестового языка животных [10, С.261], [11, С.1266], [12, С.100], [13, С.389]. Для субъектов животного мира без возможности (или с ограниченными возможностями) вербального общения жестовые (поведенческие) языки приобретают важнейшее значение при формировании основ социализации.

В работе [1] обусловлена актуальность использования животных вида Игуана Зелёная (Iguana Iguana) в качестве тест-объекта реализации универсального жестового коммуникатора. Показано, что Игуана Зелёная (Iguana Iguana) – крупная (длинной до 2м, массой до 5-7кг) травоядная ящерица [14], [15, С.12], имеющая достаточно сложное для рептилий поведение (основы социализации), хорошую топографическую память, способность к различению людей, направления взгляда и т.д. Не анализируя поведение можно допустить ошибки в содержании животных.

Целью данного цикла работ является разработка интеллектуальной системы в виде мобильного приложения для распознавания поведенческого языка Игуаны Зелёной. Создаваемая система должна обеспечивать возможность пользователю определять состояние объекта, предсказывать его намерения и формировать рекомендации по необходимым действиям со стороны пользователя приложения для обеспечения коммуникации с объектом [16, С.23], [17, С.925], [18, С.470].

Актуальность настоящей работы заключается в решении задачи анализа поведенческих форм Игуаны Зелёной, необходимого для благополучного и правильного содержания данного вида. Результатом работы является мобильное приложение Iguafon [1, рис.3б], обеспечивающее элементы интерпретации поведенческого языка Игуаны Зелёной.

### 1. Классификация обрабатываемых состояний Игуаны Зелёной

В основе интеллектуального модуля Iguafon'a лежит формализация знаний о состоянии и поведении Игуаны Зелёной в машинно-читаемом виде. Прежде всего, формализуем задачу, решение которой требуется от разрабатываемой системы:

Пусть  $R$  – множество внешне наблюдаемых поведенческих паттернов Игуаны Зелёной, говоря иначе, множество всех “слов”, формулируемых Игуаной Зелёной, в её словарном запасе. Эти “слова” непосредственно обнаруживаются наблюдателем (например: “состояние лап”, “кивание головы”), в отличие от вызывающих наблюдаемое поведение внутренних состояний животного. Как показано выше, именно правильная идентификация состояния по внешним проявлениям является основной критериальной задачей. Множество состояний, обнаруживаемых программным обеспечением по внешним визуальным проявлениям, обозначим  $S$ . С использованием данных обозначений сформулируем основную задачу: сопоставить заданным наборам элементов  $(r_1, r_2, r_3, \dots, r_n)$  множества  $R$  элемент  $(s_i)$  множества  $S$ , адекватно описывающий состояние объекта.

Таким образом, решающую часть разрабатываемой системы можно считать однозначной логической функцией нескольких переменных. Игуана Зелёная способна “произносить” несколько “слов” одновременно (например, совмещение жестов хвостом и головой), что отражено в возможности принятия функций нескольких переменных. Правила, по которым “слова” из визуального словаря игуаны  $r$  сопоставляются состоянию  $s$ , как раз и представляют из себя формализуемые знания, которые будут представлены в системе по ходу её обучения. Множества  $R$  и  $S$  также составляются экспертом или инженером по знаниям.

Определим множество  $S$  состояний Игуаны Зелёной. Классическая герпетология [19, С.20] и результаты авторских наблюдений, позволяют выделить следующие основные состояния: спокойствие, агрессия, стресс, поиск, дружелюбие и слабость. Спецификация состояний игуаны зелёной приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Спецификация психоэмоциональных состояний Игуаны Зелёной

№	Состояние	Сущность	Ограничения на действия хозяина
1	Спокойствие	Стандартное состояние при одиночестве игуаны. Часто происходит после приёма пищи, соответствует принятию солнечных ванн	Отсутствуют, в рамках обычных рекомендаций по взаимодействию с животным
2	Агрессия	Животное возбуждено и готово атаковать с использованием всего арсенала.	Проявлять превосходство над животным, при этом принимая меры предосторожности, чтобы не быть травмированным самому и не травмировать питомца
3	Стресс	Животное испытывает страх и ищет безопасное место.	Не приближаться к животному сверху, чтобы оно не приняло хозяина за хищную птицу. Ограничить общение, не допускать перехода в состояние агрессии
4	Поиск	Животное ищет еду, место для рытья норы или нечто другое	По возможности предоставить животному объект поиска, обычно, еду. Желательно вырабатывать в животном “географическое” чувство места, чтобы поиски в одних и тех же местах заканчивались одинаково
5	Дружелюбие	Животное спокойно и проявляет заинтересованность в “общении” с хозяином	Благоприятный момент, чтобы взять животное на руки, поговорить с ним или предложить пищу
6	Слабость (болезнь)	Животное летаргично, мало реагирует на типичные внешние раздражители, быстро набирает или теряет вес, проявляет отсутствие аппетита	Необходимо немедленное обращение за квалифицированной ветеринарно-медицинской помощью
7	Сон	Животное отдыхает в расслабленной позе. Часто игуаны спят, максимальной разгруппировавшись, “плашмя”.	Избегать поведения, способного вызывать стрессовое пробуждение животного; не нарушать режим сна



Следует сразу же принять важное, упомянутое выше допущение: Игуана Зелёная не может испытывать двух и более состояний одновременно, а “переключается” между ними в зависимости от внешних раздражителей. Также не рассматриваются те состояния, которые непосредственно очевидны и самоописательны без анализа их внешних проявлений: например, приём игуаной пищи или сон.

## 2 Элементарные составляющие визуального языка игуаны зелёной

Более сложной задачей является анализ и формализация визуального языка животного, так как в формировании слов визуального языка участвует практически всё тело животного. В качестве базового принципа классификации прием формализацию элементарных составляющих визуального языка Игуаны Зелёной по параметрам, принятым в уже существующей системе HOLME для человеческих жестовых языков.

В системе HOLME используются два параметра:

- движение части тела (конечности);
- устоявшееся положение (состояние) части тела;

Использование подхода, принятого в HOLME, позволяет избежать разработки собственной системы классификации и позволяет использовать уже разработанные и проверенные многолетним использованием механизмы анализа, что сокращает время разработки и увеличивает робастность выбранной системы классификации.

Авторские наблюдения, а также статистика поведения одомашненных Игуан Зелёных [14], позволяют уверенно утверждать, что основными элементами для передачи сигналов (употреблении слов визуального словаря) у данного вида животных является вполне конечное множество элементов частей тела, на состояния которых приходится подавляющая часть словарного запаса. К этим частям тела относят голову и её составляющие, лапы и хвост Игуаны Зелёной. В свою очередь, лапы игуаны используются попарно: передняя пара и задняя пара являются отдельными элементарными единицами кодирования. В отличие от более традиционных домашних животных, например, собак, Игуаны Зелёные для коммуникации никогда не используют одну лапу отдельно от второй, только в паре, что сокращает число возможных состояний для анализа.

Голова Игуаны Зелёной не является элементарной единицей декомпозиции биологической системы коммуникации, хотя и её состояния и движение в целом также может передавать информацию. На голове Игуаны Зелёной присутствуют другие структурные единицы, передающие информацию о состоянии животного: нос, челюсть, язык и плащ - достаточно редкий орган, характерный для некоторых рептилий. Плащ игуаны предназначен как для передачи информации, так и для управления термодинамическими процессами в теле игуаны. На теле Игуаны Зелёной есть и другие органы, передающие информацию, но в рамках данного исследования их разбор нецелесообразен ввиду малой доли лексики визуального словаря, приходящегося на их состояния. Схема декомпозиции значимых структурных элементов Игуаны Зелёной на рис. 1.

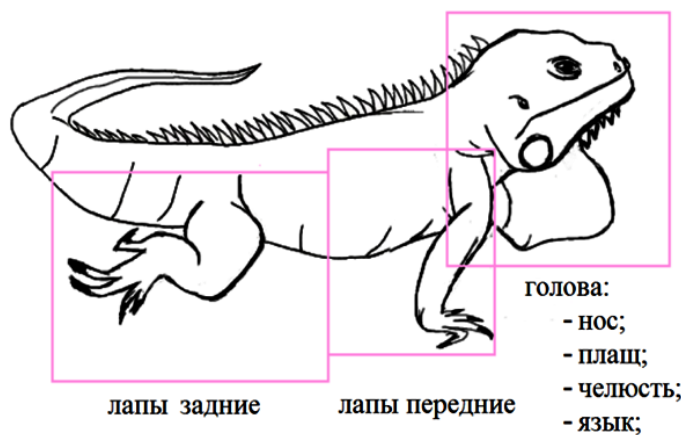


Рис. 1 – Элементарные составляющие жестового языка Игуаны Зелёной

Перечислим активно используемые элементы кодирования (части тела объекта), которые формируют элементы визуального языка Игуаны Зелёной в их иерархической декомпозиции:

- голова:
- нос;
- плащ;
- челюсть;
- язык;
- лапы:
- передние;
- задние;
- хвост.

Для задних и передних лап следует рассматривать по два состояния:

- лапа расслаблена и лежит на поверхности;
- животное стоит на лапе, оторвавшись телом от поверхности.

Анализ состояния головы наиболее важен и информативен. При распознавании жеста особи игуаны зелёной необходимо проанализировать несколько аспектов состояния головы:



- ориентация носа (эквивалент ориентации всей головы);
- сложенное или раскрытое положение плаща;
- сомкнутость или длительное открытие челюсти;
- наличие периодической пробы языком элементов местности особью.

Сводная характеристика состояний различных элементов коммуникации игуаны зелёной приведена в таблице 1, где также осуществляется привязка внешних проявлений – положения и движения частей тела, выявленных согласно системе HOLME – к скрытым внутренним состояниям животного.

Таблица 1 – Картирование элементов «слов» визуального словаря игуаны зелёной

№	Кодирующий элемент	Состояния кодирующего элемента	Связанные состояния животного
1	Передние лапы	Лапа расслаблена	Сон, спокойствие, слабость, дружелюбие
		Животное стоит на лапе, оторвавшись телом от поверхности	Поиск, агрессия, очень вероятное дружелюбие
2	Плащ	Плащ раскрыт	Отдых, агрессия
		Плащ не раскрыт	Другие состояния
3	Язык	Язык внутри рта	Агрессия, слабость, сон
		Периодические пробы близлежащих объектов языком	Спокойствие, поиск
4	Голова	Кратковременные ритмические движений вверх и вниз	Дружелюбие
		Длительное наличие ритмических движений вверх и вниз	Агрессия
		Голова опущена	Сон, отдых
		Голова поднята	Агрессия, дружелюбие, спокойствие
5	Челюсть	Длительное открытие	Агрессия, болезнь
		Сомкнутость	Сон, спокойствие, дружелюбие
6	Глаза	Открыты	Все состояния, кроме сна
		Закрыты	Сон, отдых
7	Задние лапы	Расслаблены	Другие состояния
		Вес длительно на задних лапах	Агрессия

Как видно из таблицы 1, чтение слов из визуального словаря Игуаны Зелёной возможно только при комплексном анализе поведения животного. Состояния отдельных частей тела игуаны не определяют внутреннее состояние однозначно, а только выделяют некоторое множество возможных состояний, в котором находится животное. Например, раскрытый плащ проявляется и при отдыхе животного, и при его агрессивном поведении. Особенно характерным примером в данном случае является ритмическое покачивание головой, которое может означать и дружелюбное приветствие, и агрессию, причём отличить одно от другого можно только с учётом других элементов визуального словаря животного. Т.е. модуль интеллектуальной обработки должен иметь функции обработки видеоряда в динамике. Таким образом, решающая часть разрабатываемой экспертной системы должна иметь возможность оценивать факт наличия определённого поведенческого проявления только в контексте общего состояния животного.

### 3. Методика трактовки комбинаций положений Игуаны Зелёной

Как было показано выше, каждая из элементарных составляющих жестового визуального языка Игуаны Зелёной при их анализе по параметрам состояния и движения определённым образом ограничивает множество  $S$  возможных состояний объекта. Таким образом, последовательно анализируя каждую составляющую определённой комбинации (визуального слова, передаваемого животным), и, соответственно, последовательно ограничивая исходное множество всех возможных состояний. Последовательно уточняя данные о состоянии животного на каждом шаге решения, можно после определённого числа ограничений прийти к единственному оставшемуся состоянию или их уменьшенному набору, что, в свою очередь, можно классифицировать, используя дополнительную информацию.

При правильном определении параметров элементарных составляющих визуального языка Игуаны Зелёной каждой получаемой комбинации  $(r_1, r_2, r_3, \dots, r_n)$  соответствует вполне определенное состояние животного  $S_j$  или же небольшой (1-2 состояния) набор вероятных состояний. Привлекая эксперта по поведению Игуаны Зелёной, возможно составление полного словаря поведения Игуаны Зелёной, возможно, расширяющего приведённые в таблице 2 начальные элементы.

Таблица 2 – Пример анализа состояния Игуаны Зелёной последовательным анализом фактов поведения игуаны в виде матрицы

№ шага	Коди-рую-щий элемент	Состояние (таблица 1)	Кол-во возможных состояний	Множество состояний (таблица 2.2)	Исключаемые состояния
0	--	--	7	Спокойствие, агрессия, стресс, поиск, дружелюбие, болезнь, сон (все)	-
1	Передние лапы	Лапа расслаблена	4	Сон, спокойствие, слабость, дружелюбие	Поиск, агрессия, болезнь
2	Плещ	Плещ не раскрыт	4	Сон, спокойствие, слабость, дружелюбие	-
3	Язык	Периодические пробы близлежащих объектов языком	3	Спокойствие, поиск, дружелюбие	Сон
4	Голова	Кратко-временные ритмические движений	1	Дружелюбие	Спокойствие, поиск
<b>ИТОГО</b>	-	-	<b>1</b>	<b>Дружелюбие</b>	

Далее, пользуясь полученным словарем, можно трактовать положение и движение особи, на основании анализа отдельных частей тела, в передаваемую информацию о состоянии животного. На основе информации о состоянии животного после проверки адекватности данной информации можно принимать более информированные решения для взаимодействия с животным.

Анализ состояния животного по его фактическому поведению однозначно указывает на определённое состояние, что позволяет владельцу скорректировать собственные действия. В рассмотренном случае животное готово к общению с хозяином и специальных мер предосторожности предпринимать не требуется.

Отметим теоретическую возможность исключения всех возможных состояний животного при использовании данного метода. Такое событие должно трактоваться как ошибка в обучении системы, так как в природе заведомо невозможно отсутствие какого-либо состояния. В случае, если на обученной системе возникают подобные ситуации, следует обратиться к эксперту и провести переобучение системы. При использовании рекомендаций Iguafon'a следует всегда помнить, что это только рекомендации, принятие конечного решения остается за пользователем и вся ответственность за него лежит именно на лице, принимающем решение. Во избежание возникновения опасности для животного или хозяина перед эксплуатацией системы клиентам необходимо провести её всестороннее освоение.








#### 4 Модель картирования визуального словаря игуаны зелёной

Для обеспечения возможности создания визуальной подсистемы ввода интеллектуальной подсистемы необходима модель картирования визуального представления словаря Игуаны Зелёной [20, С. 20]. Согласно декомпозиции элементарных составляющих визуального языка Игуаны Зелёной, были предложены карты визуальных образов состояния элементов коммуникативных элементов животного, приведённые в таблице 3.



Таблица 3 – Картирование визуального словаря Игуаны Зелёной

Визуальный образ	Элемент	Состояние	Вероятные трактовки
	Передние лапы	Расслаблены	Отдых, сон, слабость, болезнь
		Лапы нагружены	Поиск, агрессия, дружелюбие, стресс

Продолжение табл. 3 – Картирование визуального словаря Игуаны Зелёной

Визуальный образ	Элемент	Состояние	Вероятные трактовки
	Глаз	Открыт	Агрессия, дружелюбие, поиск, стресс
		Закрит	Сон, отдых, дружелюбие
	Плещ	Уменьшен	Спокойствие, поиск, агрессия, сон
		Увеличен	Отдых, агрессия, спокойствие
	Задние лапы	Расслаблены	Спокойствие, сон, отдых
		Вес на задних лапах продолжительное время	Агрессия
	Голова	Ритмические движения головой	Агрессия, дружелюбие

Окончание табл. 3 – Картирование визуального словаря Игуаны Зелёной

Визуальный образ	Элемент	Состояние	Вероятные трактовки
		Голова опущена	Спокойствие, сон, отдых
		Голова поднята	Стресс, агрессия, поиск, дружелюбие

Приведённые элементы модели представления визуального словаря животного позволяют непосредственно подойти к разработке подсистемы ввода, так как строго формализовано представляют элементы визуального словаря животного, с одной стороны, совершенно понятны для пользователя системы, и в, конце концов, однозначно связываются с ограничениями на множество состояний животного.

Непосредственная реализация подсистемы ввода, таким образом, должна обеспечивать связь между данными образами и входом решающей подсистемы с использованием алгоритмов скелетизации визуальных образов в обрабатываемом потоке [21, С. 23].

Модели обработки и интерпретации видео- и растровых образов жестов подробно рассмотрены в [4, С. 120]. В основе решателя интеллектуальной подсистемы IguaGFon'a лежат нейросетевые алгоритмы, отработанные в рамках реализации интеллектуальных систем обработки видеопотоков данных и изображений для различных применений [22, С. 56], [23, С. 22], [24, С. 389], [25, С. 296], [26, С. 42], [27, С. 148], [28, С. 366]. Более подробный анализ концепции аппаратно-программной реализации коммуникатора и его экспериментальные исследования будут отражены в следующих работах.

#### Заключение

В рамках данной работы основное внимание уделено методике формализации элементов жестового языка животных на примере Игуаны Зелёной. Предложен подход картирования и визуальная модель представления скелетизации поведения животного, описываемая на машинном языке, для реализации интеллектуальной подсистемы жестового коммуникатора. Регистрируемый образ объекта (видеопоток или растровая графика) формализуется, классифицируется и интерпретируется в определенное состояние или набор вероятных состояний объекта из базы знаний, последовательно ограничивая множество возможных решений. Машина вывода экспертной системы, базирующаяся на авторском понятийном словаре, обеспечивает независимость эффективности использования экспертной системы от наличия специальных знаний о животном и прохождения специальных обучений. В развитии проекта планируется дополнить коммуникатор IguaFon'a игровым интерактивным модулем, реализованным в виде анимационного приложения, позволяющим пользователю анализировать жестовый язык анимационного образа Игуаны Зелёной в различных жизненных ситуациях и взаимодействовать с ним для выполнения указанных в игре заданий.

#### Список литературы / References

1. Василова Е. В. Невербальные коммуникации животного мира: системный анализ жестовых языков / Е. В. Василова, А.И. Власов, Г. М. Евдокимов // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. №5. – С. 14-23.
2. Ниренберг Д. Как читать человека, словно книгу / Д. Ниренберг, Г. Калеро. – Баку: Сада, 1992. – 37 с.
3. Лабунская В. А. Невербальное поведение. – Ростов н/д., Издательство Ростовского университета, 1986. – 136 с.
4. Девятков В.В. Интеллектуальные мультимодальные интерфейсы / В.В. Девятков, А.Н. Алфимцев. – Калуга, ООО «Полиграф-Информ», 2011. – 325 с.
5. Пиз А. Язык телодвижений. – М.: Изд-во Эксмо, 2006. – 272 с. (Серия «Психологический бестселлер»).
6. Девятков В.В. Распознавание манипулятивных жестов / В.В. Девятков, А.Н. Алфимцев // Вестник МГТУ им.Н.Э.Баумана. Серия «Приборостроение». 2007. №3. – С. 56-60.
7. Журавлева Л.В. Визуализация творческих стратегий с использованием ментальных карт / Л.В.Журавлева, А.И. Власов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 1 (21). – С. 133-140.
8. Власов А.И. Системный анализ "Бережливого производства" инструментами визуального моделирования / А.И. Власов, Ю.М. Ганев, А.А. Карпунин // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2015. № 4 (160). – С. 19-24.
9. Девятков В.В. Система распознавания жестов человека / В.В. Девятков, А.Н. Алфимцев // Труды конференции «Информатика и системы управления в XXI веке» – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – С. 8.

10. Резникова Ж.И. Язык животных: подходы, результаты, перспективы // «Языки науки – языки искусства», Сборник трудов VII Международной конференции «Нелинейный мир». – Москва, Изд-во Института компьютерных исследований. 2004. – С. 260-278.
11. Mansourian L. et al. Evaluating Classification Strategies in Bag of SIFT Feature Method for Animal Recognition // Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. 2015. Т. 10. №. 11. С. 1266-1272.
12. Valentin G. et al. Creating collar-sensed motion gestures for dog-human communication in service applications // Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers. ACM, 2016. С. 100-107.
13. Pons P. Towards Future Interactive Intelligent Systems for Animals: Study and Recognition of Embodied Interactions / Pons P., Jaen J., Catala A. // Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces. ACM, 2017. С. 389-400.
14. Зелёная игуана // Международный клуб террариумистов «Моя рептилия». Эл. ресурс. URL: <http://myreptile.ru/>. Проверено 23.05.2016.
15. Allison C. Alberts. Iguanas: Biology and Conservation / Allison C. Alberts, Ronald L. Carter, William K. Hayes etc. – University of California Press, 2004. – 372 p.
16. Konrad Lorenz. Das sogenannte Böse. Zur Naturgeschichte der Aggression. – DTV Verlagsgesellschaft. 1998.
17. Alcaldinho J. et al. Mobile Collaboration for Human and Canine Police Explosive Detection Teams // Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing. ACM, 2017. С. 925-933.
18. Терентьев П. В. Герпетология. – М.: Высш. шк. 1961. – 336 с.
19. Supalla S.J., Cripps J.H. Toward universal design in reading instruction. – Bilingual Basics, 2011.
20. Власов А.И. Картирование потока создания ценностей в концепции "Бережливого производства" / А.И. Власов, Ю.М. Ганев, А.А. Карпунин // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2016. № 2 (162). С. 23-27.
21. Демин А.А. Методы и средства визуальных упражнений для адаптивной коррекции тонкой моторики кистей рук в условиях невесомости / А.А. Демин, А.И. Власов, В.А. Шахнов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение. 2015. № 3 (102). – С. 23-38.
22. Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений / Под ред. А.И.Галушкина, Ю.В.Гуляева - Москва, Радиотехника. 2003. – 192 с.
23. Буянов А.А. Исследование нейросетевых алгоритмов, применяемых для распознавания образов / А.А. Буянов, А.И. Власов, С.С. Макеев // Молодые ученые - науке, технологиям и профессиональному образованию для устойчивого развития: проблемы и новые решения. – Москва. 2000. – С. 22-25.
24. Горелов Д.В. Современные системы распознавания регистрационных знаков транспортных средств / Д.В. Горелов, А.И. Власов // Сборник докладов Восьмой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов "Будущее машиностроения России". – Москва. 2015. – С. 389-394.
25. Амирханов А.В. Использование современных моделей искусственных нейронных сетей для анализа дефектов при изготовлении субмикронных СБИС / А.В. Амирханов, Р.С. Аристов, А.И. Власов и др. // Международный форум "Микроэлектроника-2016" Тезисы докладов 2-ой научной конференции форума. – 2016. – С. 296-298.
26. Панфилова С.П. Бесконтактный тепловой контроль электронно-вычислительных средств / С.П. Панфилова, А.И. Власов, В.Н. Гриднев и др. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2007. № 6 (72). – С. 42-49.
27. Власов А.И.. Нейросетевые методы дефектоскопии печатных плат / А.И. Власов, В.Н. Гриднев, П. Константинов и др. // Электронные компоненты. 2004. № 8. – С. 148-155.
28. Алексеев М.А., Арабов Д.И. Линейные модели распознавания в системах машинного зрения / М.А. Алексеев, Д.И. Арабов // Сборник докладов конференции "Будущее машиностроения России". – Москва. 2015. – С. 366-370.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Vasilova E. V. Neverbal'nye kommunikacii zhivotnogo mira : sistemnyj analiz zhestovykh yazykov [Nonverbal communications of fauna: system analysis of sign languages] / E. V. Vasilova, A.I. Vlasov, G. M. Evdokimov // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International research magazine]. 2017. №5. P.14-23. [in Russian]
2. Nirenberg D. Kak chitat' cheloveka, slovo knigu [How to read the person as if the book] / D. Nirenberg, G. Kalero. – Baku: Sada [Baku: Sada], 1992. – 37 P. [in Russian]
3. Labunskaja V. A. Neverbal'noe povedenie. [Nonverbal behavior] – Rostov n/d., Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta [Publishing house of the Rostov university], 1986. – 136 P. [in Russian]
4. Devjatkov V.V. Intel'ktual'nye mul'timodal'nye interfejsy. [Intelligent multimodal interfaces] / V.V. Devjatkov, A.N. Alfimcev. – Kaluga, ООО «Poligraf-Inform» [LLC Poligraf-Inform], 2011. – 325 P. [in Russian]
5. Piz Alan Jazyk telodvizhenij [Language of gestures]. – М.: Изд-во Jeksmo [Eksmo's publishing house], 2006. – 272 P. (Serija «Psihologicheskij bestseller»).
6. Devjatkov V.V. Raspoznavanie manipulativnykh zhestov [Recognition of manipulative gestures] / V.V. Devjatkov, A.N. Alfimcev // Vestnik MGTU im.N.Je.Baumana. Serija «Priporostroenie» [Bulletin of MSTU of N. E. Bauman. Instrument making series]. 2007. №3. – P. 56-60. [in Russian]
7. Zhuravleva L.V. Vizualizacija tvorcheskikh strategij s ispol'zovaniem mental'nykh kart [Visualization of creative strategy with use of mental maps] / L.V.Zhuravleva, A.I. Vlasov // Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tehnologii [Caspian log: control and high technologies]. 2013. № 1 (21). – P. 133-140. [in Russian]
8. Vlasov A.I. Sistemnyj analiz "Berezhlivogo proizvodstva" instrumentami vizual'nogo modelirovaniya [Systems analysis of "Economical production" instruments of visual simulation] / A.I. Vlasov, Ju.M. Ganev, A.A. Karpunin // Informacionnye tehnologii v proektirovanii i proizvodstve [Information technologies in design and production]. 2015. № 4 (160). – P. 19-24. [in Russian]

9. Devjatkov V.V. Sistema raspoznavanija zhestov cheloveka [System of recognition of gestures persons] / V.V. Devjatkov, A.N. Alfimcev // Trudy konferencii «Informatika i sistemy upravlenija v XXI veke» [Works of the "Informatics and Management Systems in the 21st Century" conference] – M.: MGTU im. N.Je. Bauman [MSTU of N. E. Bauman], 2006. – P. 8. [in Russian]
10. Reznikova Zh.I. Jazyk zhivotnyh: podhody, rezul'taty, perspektivy [Language of animals: approaches, results, perspectives/"Science languages – art languages"] // «Jazyki nauki – jazyki iskusstva», Sbornik trudov VII Mezhdunarodnoj konferencii «Nelinejnyj mir» [the Collection of works VII of the International conference "Non-linear World"]. – Moskva, Izd-vo Instituta komp'juternyh issledovanij [Publishing house of Institute of computer researches]. 2004. – P. 260-278. [in Russian]
11. Mansourian L. et al. Evaluating Classification Strategies in Bag of SIFT Feature Method for Animal Recognition // Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. 2015. T. 10. №.11. P. 1266-1272.
12. Valentin G. et al. Creating collar-sensed motion gestures for dog-human communication in service applications // Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers. ACM, 2016. P. 100-107.
13. Pons P., Jaen J., Catala A. Towards Future Interactive Intelligent Systems for Animals: Study and Recognition of Embodied Interactions // Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces. ACM, 2017. P. 389-400.
14. Zeljonaja iguana [Green iguana] // Mezhdunarodnyj klub terrariumistov «Moja reptilija» [International club of terrariumist "My reptile"]. Jel. resurs. URL: <http://myreptile.ru/>. It is checked 23.05.2016. [in Russian]
15. Allison C. Alberts. Iguanas: Biology and Conservation / Allison C. Alberts, Ronald L. Carter, William K. Hayes etc.. – University of California Press, 2004. – 372 з.
16. Konrad Lorenz. Das sogenannte Böse. Zur Naturgeschichte der Aggression. – DTV Verlagsgesellschaft. 1998. 200 P.
17. Alcadinho J. et al. Mobile Collaboration for Human and Canine Police Explosive Detection Teams // Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing. ACM, 2017. P.925-933.
18. Terentyev P. V. Gerpetologija [Herpetology] – M.: Vyssh. shk. [Higher school] 1961. – 336 pages. [in Russian]
19. S. J. Supalla, J. H. Cripps Toward universal design in reading instruction. – Bilingual Basics, 2011. 200 P.
20. Vlasov A.I. Kartirovanie potoka sozdaniya cennostej v koncepcii "Berezhlivogo proizvodstva" [Mapping of a stream of creation of values in the concept of "Economical production"] / A.I. Vlasov, Ju.M. Ganev, A.A. Karpunin // Informacionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve [Information technologies in design and production]. 2016. No. 2 (162). Page 23-27.
21. Demin A.A. Metody i sredstva vizual'nyh uprazhnenij dlja adaptivnoj korrekcii tonkoj motoriki kistej ruk v uslovijah nevesomosti [Methods and means of visual exercises for adaptive correction of thin motility of hands in the conditions of zero gravity] / A.A. Demin, A.I. Vlasov, V.A. Shahnov // Vestnik MGTU im. N.Je. Bauman. Serija: Priborostroenie [the Bulletin of MSTU N.E. Bauman. Series: Instrument making]. 2015. No. 3 (102). – P. 23-38. [in Russian]
22. Nejrokomp'jutery v sistemah obrabotki izobrazhenij [Neurocomputers in systems of processing of images] / Under the editorship of A. I. Galushkin, Yu.V.Gulyaev - Moscow, Radiotekhnika [Radio engineering]. 2003. – 192 P. [in Russian]
23. Buyanov A.A. Issledovanie nejrosetevykh algoritmov, primenjaemykh dlja raspoznavanija obrazov [Research of the neural network algorithms applied to recognition of images] / A.A. Bujanov, A.I. Vlasov, S.S. Makeev // Molodye uchenye - nauke, tehnologijam i professional'nomu obrazovaniju dlja ustojchivogo razvitiya: problemy i novye reshenija [Young scientists - to science, technologies and professional education for sustainable development: problems and new decisions] – Moscow. 2000. – P. 22-25. [in Russian]
24. Gorelov D.V. Sovremennye sistemy raspoznavanija registracionnykh znakov transportnykh sredstv [Modern systems of recognition of registration signs of vehicles] / D.V. Gorelov, A.I. Vlasov // Sbornik dokladov Vos'moj Vserossijskoj konferencii molodyh uchenykh i specialistov "Budushhee mashinostroeniya Rossii" [Collection of reports of the Eighth All-Russian conference of young scientists and experts "Future of mechanical engineering of Russia"] – Moscow. 2015. – P.389-394. [in Russian]
25. Amirkhanov A.V. Ispol'zovanie sovremennykh modelej iskusstvennykh neyronnykh setej dlja analiza defektov pri izgotovlenii submikronnykh SBIS [Use of modern models of artificial neural networks for the analysis of defects at production of submicronic SBIS] / A.V. Amirhanov, R.S. Aristov, A.I. Vlasov etc. // Mezhdunarodnyj forum "Mikroelektronika-2016" Tezisy dokladov 2-oj nauchnoj konferencii foruma [the International forum "Microelectronics-2016" Theses of reports of the 2nd scientific conference of a forum]. – 2016. – P.296-298. [in Russian]
26. Panfilova S.P. Beskontaktnyj teplovoj kontrol' jelektronno-vychislitel'nykh sredstv [Non-contact thermal control of electronic and computing means] / S.P. Panfilova, A.I. Vlasov, V.N. Gridnev etc. // Technology and designing in the electronic equipment [Tehnologija i konstruirovanie v jelektronnoj apparature]. 2007. No. 6 (72). – P.42-49. [in Russian]
27. Vlasov A. I. Nejrosetevye metody defektoskopii pechatnykh plat [Neural network methods of defectoscopy of printed circuit boards] / A.I. Vlasov, V.N. Gridnev, P. Konstantinov etc. // Jelektronnye komponenty [Electronic components]. 2004. No. 8. – P.148-155. [in Russian]
28. Alekseev M.A. Linejnye modeli raspoznavanija v sistemah mashinnogo zrenija [Linear models of recognition in systems of machine sight] / M.A. Alekseev, D.I. Arabov // Sbornik dokladov konferencii "Budushhee mashinostroeniya Rossii" [Collection of reports of the Future of Mechanical Engineering of Russia conference] – Moscow. 2015. – P.366-370. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.036>

Глозман О.С.

ORCID: 0000-0002-2665-7284, кандидат технических наук, советник РААСН,

Российская академия архитектуры и строительных наук,

ЦНИИП Минстроя России, 119331, г. Москва, пр. Вернадского, 29

**ФОРМИРОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ЗОН ГОРОДА****Аннотация**

*Приводится полная авторская классификация подземных функциональных зон города. Использование данной классификации в градостроительстве при разработке документов территориального зонирования позволит сформировать территориальные подземные зоны города. В частности, данную классификацию целесообразно использовать при разработке правил землепользования и застройки городов. Каждый класс должен соответствовать территориальной зоне города. Описаны возможные виды каждого класса для удобства применения при разработке правил землепользования и застройки на подземные территории.*

**Ключевые слова:** подземные территории, территориальное планирование, градостроительное зонирование, город, городская среда.

Glozman O.S.

ORCID: 0000-0002-2665-7284, PhD in Engineering, Advisor of RAACS, Russian Academy of Architecture and Construction Sciences.

**FORMATION OF UNDERGROUND CITY ZONES CLASSIFICATION****Abstract**

*The article contains a full author's classification of underground functional zones of the city. The use of this classification in urban planning during the development of documents of territorial zoning will allow us to form territorial underground zones of the city. In particular, this classification can be used in the development of the rules related to land use and urban development. Each class must correspond to the territorial zone of the city. Possible types of each class are described for the ease of use when developing land use rules and building on underground areas.*

**Keywords:** underground territories, territorial planning, urban zoning, city, urban environment.

С одной стороны, градостроительные процессы, такие как урбанизация, уплотнение застройки городов, формируют дефицит городских территорий, с другой стороны возрастающие потребности населения в разнообразии предоставляемых услуг, требуют новых территориальных резервов для развития. В качестве территориального резерва в Российских городах целесообразно рассматривать подземное пространство. Однако, в настоящее время ни в одном документе территориального планирования нашей страны не отражены планы освоения подземного пространства.

В связи с вышеизложенным, актуальным вопросом градостроительной науки является формирование теории подземной урбанистики. Целью настоящего исследования является формирование теоретических основ территориального планирования подземного пространства.

В действующем законодательстве РФ, в частности в Градостроительном Кодексе, определен состав территориальных зон, применимый к наземным территориям. В теории градостроительства так же нет обоснованного деления подземного пространства на функциональные зоны. Следовательно, для целей территориального планирования градостроительного зонирования подземных территорий городов в настоящем исследовании впервые сформулирована типология и классификация подземных зон города.

Типология подземных зон города включает четыре типа: инфраструктурный, научно-производственный, общественный и вспомогательный.

Ниже приведена классификация каждого типа для дальнейшего использования в градостроительной практике в части определения территориальных зон и режимов их использования.

Ниже приведено деление каждого типа подземных зон на соответствующие классы. Исключение составляет функциональная подземная зона «специального назначения». Классификация данной зоны не формулируется в данной работе, поскольку настоящее исследование не касается военных вопросов, равно как и вопросов гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций.

Первый тип, который необходимо подразделить на классы - это инфраструктурный. Городская инфраструктура бывает транспортная и инженерная [2, С. 24-35]. Следовательно, подземную инфраструктурную зону предлагается так же разделить на 2 класса: транспортный и инженерный. Оба класса могут содержать как линейные объекты, так и здания и сооружения.

Линейные объекты транспортной инфраструктуры, располагаемые под землей, - это тоннели всех видов транспорта, за исключением авиационного. Также к линейным объектам отнесены пешеходные переходы. Более подробно подземные объекты транспортной инфраструктуры описаны в отдельной статье [3, С. 136-142].

Подземные пешеходные переходы с доступом к подземным или наземным остановкам или станциям общественного транспорта формируют транспортно-пересадочные узлы. В частности, в подземном пространстве, непосредственно прилегающем к крупным железнодорожным станциям, формируют транспортно-пересадочные узлы [4, С. 065-069].

Второй класс инфраструктурного типа подземной зоны города – инженерный. Данный вид предполагает размещение всех видов инженерных сетей и объектов. Прокладка в подземном пространстве всех видов инженерных сетей в настоящее время - правило городского строительства.

С целью создания комфортной городской среды, объекты энергетического комплекса также должны располагаться полностью в подземном пространстве.



Как транспортный, так и инженерный класс состоят из сетевых и узловых элементов.

Обобщение и анализ мирового опыта строительства подземных инженерных объектов позволили выделить классификацию инфраструктурной подземной зоны города. Инфраструктурная зона содержит два класса объектов: инженерный и транспортный. К инженерному классу инфраструктурного типа относятся следующие виды: сети и объекты. К транспортному типу отнесены три вида: пешеходный тоннель, транспортный тоннель, транспортно-пересадочный узел. Наглядно классификация представлена на рисунке 1.



Рис. 1 – Классификация инфраструктурной подземной зоны города

Далее приводится авторская классификация подземной общественной зоны. Разветвленную сеть подземных пешеходных переходов, дополненных торговыми и иными объектами сферы услуг, в том числе и образованных на базе транспортно-пересадочных узлов, логично отнести к классу многофункциональных общественных пространств.

Отдельно стоит выделить класс подземных социальных объектов. Данный класс предполагает размещение таких объектов, как музеи, театры, хранилища картинных галерей, физкультурно-оздоровительные центры, концертные площадки, религиозные сооружения. По причине нехватки территорий и отсутствия возможности реконструкции исторических зданий, расположенные в них музеи и картинные галереи вынуждены расширяться в подземном пространстве. Практически все крупные музеи мира на сегодняшний день имеют подземные хранилища и запасы. При реконструкции Эрмитажа удалось достичь увеличения площадей исключительно ниже уровня земли. Недавно завершившаяся реконструкция Большого театра в Москве была проведена со строительством в подземном пространстве значительного количества помещений, в том числе и зрительного зала. В зарубежной практике, например, в Хьюстоне, есть опыт расширения университета в подземное пространство.

В 2012 году под руководством автора данного исследования был разработан проект реконструкции подземного пространства под Ломоносовским проспектом с целью развития территории Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова [5, С. 121-125].

В связи с тем, что офисные помещения не регламентированы требованиями по инсоляции, их допускается размещать в подземном пространстве. Офисные помещения под землей построены, например, в Сеуле, Сингапуре, Гонконге, Торонто, Монреале и других крупных городах [6, С. 826-833]. Чаще ниже уровня земли располагаются не отдельно стоящие офисные сооружения, а подземные этажи надземного здания.

Торговые и досуговые объекты не требуют дневного освещения, мировая практика изобилует примерами строительства торгово-развлекательных центров или торговых улиц. Торговая улица в Сингапуре протяжённостью более 5 километров занимает три этажа зданий: два надземных и один подземный. В Москве на Манежной площади давно функционирует полностью подземный торговый центр, а недавно построенный в Москва-Сити крупный торгово-развлекательный центр не имеет наземной части.

В результате анализа и обобщения теории и практики градостроительства, а также примеров строительства в подземном пространстве, в части насыщения городской среды общественными функциями и пространствами сформулирована классификация общественной подземной зоны города, представленная на рисунке 2.

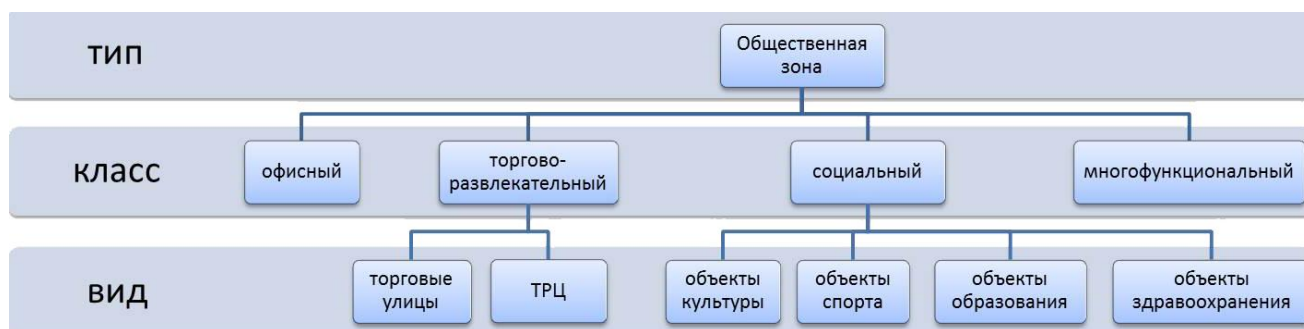


Рис. 2 - Классификация общественной подземной зоны города

Научно-производственный тип функциональной зоны разделяется на 2 класса. Размещение в подземном пространстве цехов некоторых видов производств позволяет уменьшить шумовое воздействие на окружающую среду.



Научные, особенно физические и химические лаборатории, целесообразно располагать ниже уровня земли. С одной стороны, подземное пространство защищено от солнечных лучей, электромагнитных колебаний, шумового воздействия и прочих поверхностных факторов, с другой стороны, толщина земли поглощает излишнее шумовое, световое и вибрационное воздействие, производимое в подземных объектах. Следовательно, в подземном пространстве целесообразно размещать как лаборатории, требующие особых условий, так и те лаборатории, которые формируют источники неблагоприятного воздействия на окружающую среду. Важными факторами для многих лабораторных процессов, в основном химических, являются безопасность и возможность принятия эффективных мер при возникновении внештатной ситуации. Подобные лаборатории также целесообразно размещать ниже уровня земли, где значительно проще добиться герметичности. В градостроительной практике уже встречаются подземные лаборатории, где проводят исследования, которые требуют высокой точности измерений, постоянства климатических факторов [7, С. 186-190].

Производственные цеха значительной площади зачастую размещают в подземном пространстве с целью экономии ресурсов, расходуемых на поддержание оптимальной температуры в помещении. В мировой практике есть примеры, когда закрытые шахты добывающей промышленности переоборудованы под производства. В случае, когда добывающее производство значительно заглублено, цеха по обслуживанию техники размещают на той же глубине с целью экономии времени и ресурсов, затрачиваемых на подъем крупногабаритной техники на поверхность. Следует отметить, что добывающие производства крайне редко располагаются в черте города. В основном, это предприятия водоснабжения, которые в данной классификации отнесены к инфраструктурной зоне.

В результате анализа организации научных и производственных процессов и возможности использования подземных территориальных резервов сформулирована классификация научно-производственной подземной зоны города, представленная на рисунке 3.

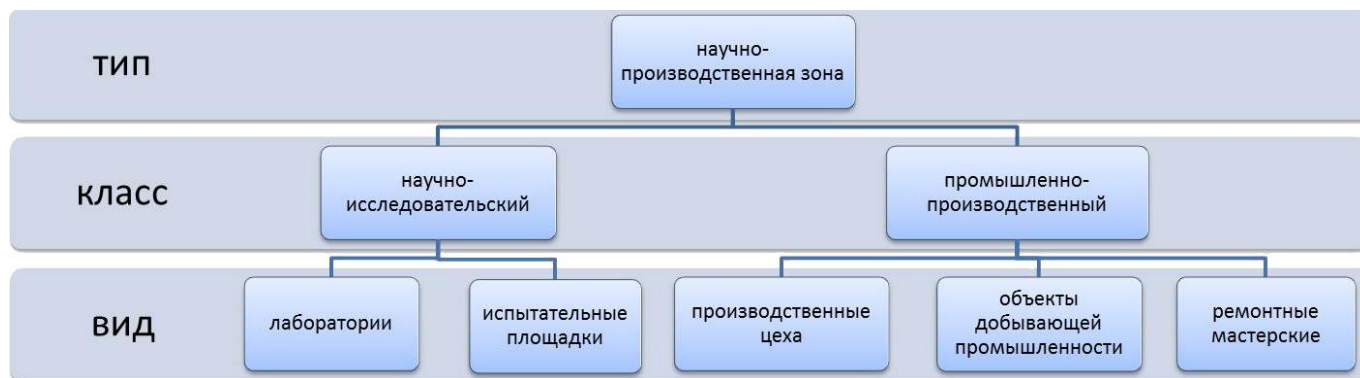


Рис. 3 – Классификация научно-производственной подземной зоны города

Отдельно выделен вспомогательный тип функциональной зоны. Самыми распространёнными функциями, с которыми в современном мире используют подземное пространство городов, являются складирование, хранение автотранспорта и техническое обслуживание.

Ниже уровня земли размещают склады всех видов товаров. Целесообразность обоснована необходимостью экономии наземных территорий и возможностью экономии ресурсов на постоянном поддержании невысокой температуры. Хранить под землей продукты питания люди начали в давние времена, при отсутствии электричества и холодильника погреб – единственное место, где постоянная температура позволяет сохранить свежесть продуктов долгое время. В районах индивидуальной или малоэтажной жилой застройки строят погреба.

Промышленное производство, особенно пищевое, не может обойтись без подземных хранилищ. Например, винные погреба и погреба на сыроварнях и ряде других сельскохозяйственных производств.

При планировании городской подземной зоны на промышленных предприятиях целесообразно предусматривать размещение складских объектов ниже уровня земли. Склады магазинов и архивные помещения, как правило, располагаются в подвальных помещениях.

Инфраструктурные склады представляют собой резервуары воды, газа и нефтепродуктов, нефтехранилища, склады угля и т.д.

На общественных территориях, часто в подземном пространстве, организуют гаражи и стоянки для хранения автотранспорта. Особенно это распространено в центральных, исторических частях города и при крупных офисных или торговых центрах. Таким образом, все типы общественной зоны могут содержать подземные территории как складского, так и гаражного назначения.

В мировой практике немало примеров станций общественного транспорта с подземными перехватывающими парковками. Следовательно, все типы инфраструктурной зоны могут содержать в себе объекты складского или гаражного назначения.

В некоторых странах Европы принято строить подземные гаражи двойного назначения: военного и гражданского. В одних случаях весь гараж может быть приспособлен под убежище, в других только его часть.

Вспомогательные помещения, необходимые для производственных процессов или обслуживания зданий и сооружений относятся к классу технического обслуживания.

В результате исследования сформулирована классификация вспомогательной подземной зоны города, представленная на рисунке 4. Гаражи и склады как вид вспомогательного типа могут быть добавлены к любой другой подземной зоне города.

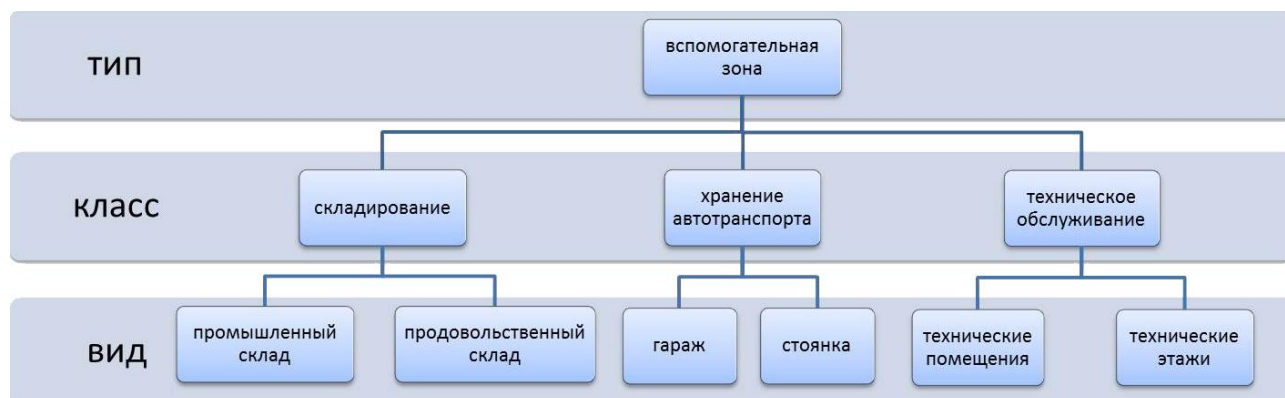


Рис. 4 – Классификация вспомогательной подземной зоны города

В заключении необходимо рекомендовать применение описанной классификации при разработке документов планирования развития территории. Представленная типология является основой для карты функционального зонирования в составе генеральных планов городов. Сформулированная классификация отражает состав территориальных подземных зон в правилах землепользования и застройки городов.

#### Список литературы / References

1. Белицкая А.В. О зонах территориального развития: комментарий нового законодательства / А.В. Белицкая // Право и экономика. – 2012. - №8. – С. 20-25.
2. Трубина Е.Г. «По-большому»: городская инфраструктура и власть над пространством / Е.Г. Трубина // Городское управление. – 2014. - № 10 (219). – С. 24-35.
3. Семенова О.С. Типология подземных объектов транспортной инфраструктуры в контексте мирового опыта освоения подземного пространства / Семенова О.С., Коломасова С.А., Овчинников С.В. // Наука и образование в современном обществе: вектор развития сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции: в 7 частях. - 2014. - С. 136-142.
4. Громенко И.В. Перспективы освоения подземного пространства на территории железнодорожного вокзала г. Хабаровска / Громенко И.В. // Дальний восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2013. - №1. – С. 065-069.
5. Семенова О.С. Архитектурные методы предотвращения социальных конфликтов на урбанизированной территории / Семенова О.С. // Международный научно-исследовательский журнал. - №5 (47), часть 2. - Россия, Екатеринбург. - 2016. – С. 121-125.
6. Касьянов В.Ф.. Использование подземного пространства в крупных городах / Касьянов В.Ф., Чернышова О.И. // В сборнике: интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. Сборник материалов международной научной конференции. – 2017. – С. 826-833.
7. Максимович Г.А. Подземные лаборатории / Максимович Г.А. // В сборнике: Пещеры. – Пермь. – 1972. – С. 186-190.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Belitskaya A.V. O zonakh territorial'nogo razvitiya: kommentarij novogo zakonodatel'stva [Territorial development zones: a commentary to new legislation] / A.V. Belitskaya // Pravo i ehkonomika [Law and Economics]. – 2012. - №8. – P. 20-25. [in Russian]
2. Trubina E.G. «Po-bol'shomu»: gorodskaya infrastruktura i vlast' nad prostranstvom ["In large": urban infrastructure and power over space] / E.G. Trubina // Gorodskoe upravlenie [City government]. – 2014. -№ 10 (219). – P. 24-35. [in Russian]
3. Semenova O.S. Tipologiya podzemnykh ob'ektov transportnoj infrastruktury v kontekste mirovogo opyta osvoeniya podzemnogo prostranstva [Typology of underground objects of transport infrastructure in the context of world experience of underground space development] / Semenova O.S., Kolomasova S.A., Ovchinnikov S.V. // Nauka i obrazovanie v sovremennom obshchestve: vektor razvitiya sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 7 chastyakh [Science and education in modern society: a vector of development a collection of scientific papers on the basis of the materials of the international scientific and practical conference: in 7 parts]. - 2014. - P. 136-142. [in Russian]
4. Gromenko I.V. Perspektivy osvoeniya podzemnogo prostranstva na territorii zheleznodorozhnogo vokzala g. Khabarovska [Prospects for the development of underground space within the train station in khabarovsk] / Gromenko I.V. // Dal'nij vostok: problemy razvitiya arkhitekturno-stroitel'nogo kompleksa [Far east: problems of development of the architectural and construction complex]. – 2013. - №1. – P. 065-069. [in Russian]
5. Semenova O.S. Arkhitekturnye metody predotvrashheniya sotsial'nykh konfliktov na urbanizirovannoj territorii [Architectural methods to prevent social conflicts on the urbanized territories] / Semenova O.S. // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Scientific and Research Journal]. - №5 (47), chast' 2. - Rossiya, Ekaterinburg. - 2016. – P. 121-125. [in Russian]
6. Kas'yanov V.F.. Ispol'zovanie podzemnogo prostranstva v krupnykh gorodakh [Use of underground spaces in large cities] / Kas'yanov V.F., Chernyshova O.I. // V sbornike: integratsiya, partnerstvo i innovatsii v stroitel'noj nauke i obrazovanii. Sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [Integration, partnership and innovations in construction science and education]. – 2017. – P. 826-833. [in Russian]
7. Maksimovich G.A. Podzemnye laboratorii [Underground laboratories] / Maksimovich G.A. // V sbornike: Peshhery [Caves]. – Perm'. – 1972. – P. 186-190. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.066>

Гугаев М.В.

Бакалавр,

НИУ ВШЭ «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»»

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ПО ВНЕДРЕНИЮ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ  
В ДИСТАНЦИОННЫЙ УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС КАФЕДРЫ****Аннотация**

В последнее несколько лет в образовательной деятельности многих вузов произошли структурные сдвиги, связанные как с демографической ситуацией в стране (нехватка абитуриентов), так и проблемами выполнения мониторинговых показателей (сокращение вузов и их филиалов) со стороны Рособрнадзора. Поэтому вузы начали активно развивать системы дистанционного образования (СДО) различных слоёв населения в отдалённых территориях страны и привлечения дополнительных денежных средств в свой бюджет. В статье рассмотрены интерактивные методы СДО в виде параллельных «облачных вычислений» в автоматизированных виртуальных лабораториях, технологии видеоконференцсвязи, телеворкинга.

**Ключевые слова:** программный проект, интерактивное дистанционное обучение, технологии видеоконференции, брейнсторминг, телеворкинг, облачные вычисления.

Gugaev M.V.

Bachelor,

NRU HSE – National Research University "Higher School of Economics"

**DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE PROJECT ON IMPLEMENTATION OF PARALLEL COMPUTING  
IN REMOTE EDUCATIONAL PROCESS OF THE DEPARTMENT****Abstract**

In the last few years, the educational activities of many universities have got structural changes related to both demographic situation in the country (shortage of high school graduates) and the problems of implementation of monitoring indexes (reduction of the number of universities and their branches) by Rosobrnadzor. Therefore, universities began to develop online education systems (OES) for different segments of the population in remote areas of the country and attract additional funds to their budgets. The paper discusses interactive OES methods in the form of parallel "cloud computing" in automated virtual laboratories, videoconferencing technologies, and teleworking.

**Keywords:** software project, interactive remote learning, videoconferencing technologies, brainstorming, telecommunication, cloud computing.

В настоящее время перед российскими вузами стоит актуальная задача внедрения интерактивных систем интерактивного дистанционного образования (СИДО) в учебный процесс для повышения их эффективности и конкурентоспособности в современных рыночных условиях [1].

К числу ведущих организаций, занимающихся проблемами стандартизации электронного обучения, относятся: глобальный образовательный консорциум IMS (*IMS Global Learning Consortium*); комитет по стандартизации образовательных технологий LTSC (*Learning Technology Standards Committee*) Института инженеров по электротехнике и электронике IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*); инициатива прогрессивного распределенного обучения ADL (*Advanced Distributed Learning initiative*). Все их можно объединить в две большие группы: классические системы дистанционного образования (*d- learning*) и системы классического электронного образования (*e- learning*) [2,3].

Создание *Software project cloud computing* (SPC2C) - программного проекта (ПП) СИДО для работы с высокоэффективными вычислительными системами (BBC) вузов позволит расширить сферу их использования в научно- исследовательском и учебно- методическом процессах для различных групп (см. рис. 1).

Дополнительно к BBC и суперкомпьютерным «облачным вычислениям» (*cloud computing*), при внедрении технологий видеоконференцсвязи в учебный процесс необходимо учитывать комплекс российских стандартов на информационно- коммуникационные технологии в образовании, таких как ГОСТ 34.602, РД 5034.698-90 и международных стандартах группы ESA PSS-05 [3].

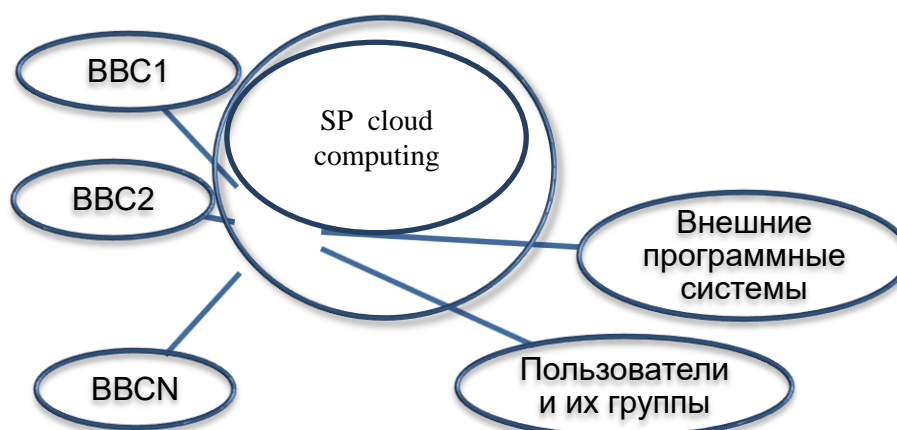


Рис. 1 - Структура SPC2C

В настоящее время СДО инженерным специальностям по-прежнему находит ограниченное применение, в том числе и из-за отсутствия универсальных методических рекомендаций, позволяющих решать такие специфические задачи, как обучение студентов практическим умениям и навыкам профессиональной работы. Инженерное образование, в отличие от гуманитарного, имеет специфику, связанную с необходимостью приобретения студентами практических умений и навыков профессиональной работы. Такие навыки формируются в процессе проведения практических занятий на макетах реальных машин, станках, стендах, в лабораториях, в полевых условиях и т.д.

Разрабатываемый кафедральный SPC2C обеспечивает удалённое проведение лекционных, консультационных, практических и лабораторных занятий по дисциплинам, проведения научных видеоконференций, вебинаров, брейнстормингов, конкурсов и олимпиад, хранения и работы с информационными ресурсами, неформальное общение в тематических форумах, информирования о событиях, происходящих в учебном заведении, не требующим применения специальных аппаратных средств.

Поэтому, разрабатываемая СИДО должна удовлетворять следующим группам целей [2], [3]:

- в области ВВС: использование больших многопроцессорных вычислительных систем и комплексов, включая вычислительные и дата-центры - как основы современных и будущих облачных систем, базу технологий обработки больших объёмов данных (*BigData*).

- в области уровня подготовки бакалавров-инженеров: развитие навыков самообразования, интерактивной и самостоятельной работы;

- в области внедрения новых технологий: использование телекоммуникационных технологий в образовании, TBL (*Technology-Based Learning*) или технологическое обучение- электронное обучение, STS (*Student Tracking System*) или систем слежения за обучаемыми; телеворкинг (*telework* - живое дистанционное образование);

- в области интерактивного образования: использование технологий видеореалистичности 3D моделей, с элементами управления для отработки соответствующих управляющих воздействий;

- в области экономической эффективности обучения: снижение стоимости сопровождения процесса обучения в территориально отдалённых регионах;

- в социальной сфере: возможность привлечения в образовательный процесс в территориально отдалённых местностях большого числа высококвалифицированного профессорско-преподавательского состава, ведущих специалистов (технологов, конструкторов, проектировщиков) градообразующих промышленных предприятий, специалистов определённой области знаний (агрономов, ветеринаров, главных инженеров) АПК, возможность обучения студентов-инвалидов и др.

В иерархическую двухъярусную локальную вычислительную сеть (ЛВС) вуза также входят система отдалённого теледоступа или ЭВМ-доступа (ОТиЭ) и управления компьютерной сетью (УКС), структурные автоматизированные виртуальные лаборатории (АВЛ) и др. Предусмотрена интеграция ЛВС с пакетом инженерных программ *Process Engineering Suite* (PES) и взаимодействие с системой поддержки учебного процесса. Совместно они образуют единый самостоятельный программный проект для организации отдалённого доступа к вычислительным ресурсам ЛВС и анализа результатов расчётов, позволяющий расширить сферу использования ВВС. В данном ПП предусмотрена также и поддержка параллельных вычислений: система автоматического обнаружения ошибок и контроля корректности MPI-программ и системы автоматизированного поиска шаблонов неэффективного поведения параллельных программ, которые будут включены в состав ПП.

Для подготовки бакалавров-инженеров при изучении физических явлений и процессов реальных объектов широко используются наглядные 3D-модели и численный эксперимент. Чтобы провести численный эксперимент за приемлемое время, необходимо использовать ВВС, то есть системы с параллельной архитектурой. Поэтому создание системы ОТиЭ и УКС, являющиеся информационной средой для проведения численных экспериментов и хранения результатов, является актуальной задачей повышения эффективности и удобства использования ВВС в научных и инженерных исследованиях, получения доступа к их ресурсам (см. рис.2).

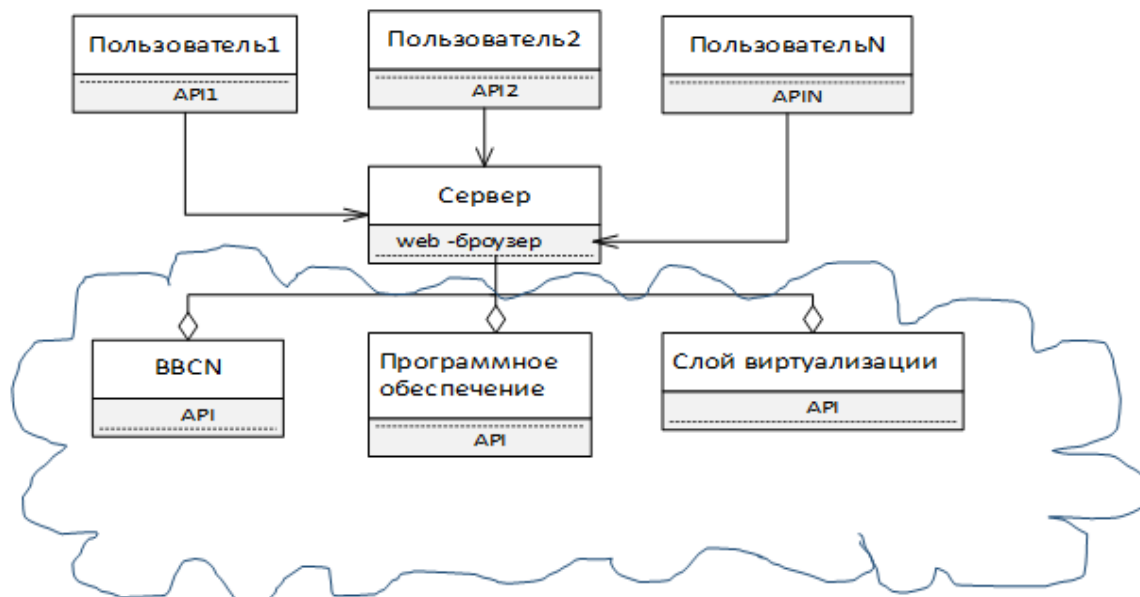


Рис. 2 – Многопользовательская клиент-серверная облачная структура системы ПП



Клиент-серверная архитектура используется для создания вычислительных баз данных, функционирующих под управлением СУБД Oracle, в которых информация не только хранится, но и периодически поддается обработке различными методами. Программное обеспечение (ПО) вычислительных ресурсов отвечает за взаимодействие с отдаленными кластерами. Периодически просматривая базу данных, ПО выбирает из неё новые задания на компиляцию программ и запуск расчётов.

Отдаленный клиент - программа на языке C++, устанавливаемая на каждый вычислительный ресурс для связи с ПО. Клиент отслеживает состояние кластера (количество и загрузку узлов, количество запущенных задач) и периодически выполняет подключение к серверу для передачи информации о состоянии управляемого им ресурса. Клиент общается с сервером по собственному протоколу через TCP-сокеты, что позволяет серверу абстрагироваться от специфики архитектур и команд отдаленных ресурсов, поскольку эту специфику реализует клиент, т.е. унифицирует сетевые коммуникации клиентов [2].

Для работы с системой пользователь использует программу-клиент (web-браузер), которая выполняет функции отображения данных, то есть обеспечивает интерфейс. В качестве хранилища данных выступает СУБД Oracle, а связующим звеном браузера пользователя и хранилища является web-сервер приложений Rcalc1, который осуществляет динамическую генерацию страниц с использованием пакета C2CWeb. Пакет Rcalc2 обеспечивает «облачные вычисления» и активацию вычислительных ресурсов, что обеспечивает передачу файлов из хранилища, а также запросов на генерацию исполняемого кода и выполнение расчётов из хранилища данных клиентам, размещённым на вычислительных кластерах, а также осуществляет приём результатов расчётов и размещение их в хранилище данных. Логически система ОТиЭ и УКС разделяется на две подсистемы: систему управления распределенными вычислительными системами и систему отдаленного ЭВМ-доступа к распределённым вычислительным ресурсам, являющейся средством доступа к системе управления распределенными вычислительными ресурсами, т.е. клиентской частью данной системы. Взаимодействие между данными подсистемами, а также интеграция с системой АБЛ, осуществляется на уровне общей базы данных.

Существующие (СДО), такие как WebTutor, Прометей, MOODLE, REDCLASS и др. поддерживают международные стандарты SCORM, IMS, но не обеспечивают наличие смысловых связей между знаниями дистанционных курсов. Это исключает возможность автоматизированного анализа знаний программными средствами и ограничивает интеллектуальные возможности обучающей системы по построению «траекторий» индивидуальных планов обучения и консультирования в рамках текущей дисциплины. Поэтому при построении системы SPC2C большое внимание уделено к организации построения базы знаний дистанционных курсов на основе web-онтологий соответствующей предметной области.

Пакет SPC2C имеет модульную архитектуру, поэтому её удобно расширить и модернизировать. Базовые модули содержат АРМ-ы «Web-портал», «Виртуальная аудитория», «Root-администратор», АРМ «Куратор», АРМ «Тьютор» и др.

В СИДО выполнение лабораторных работ в определённой степени заменяются автоматизированными лабораторными практикумами отдаленного теледоступа или ЭВМ-доступа. При этом к виртуальным лабораторным практикумам также подключены их web-онтологии. Использование современных IT-технологий проектирования виртуальной реальности позволяют создавать автоматизированные практикумы, имитирующие работу дорогостоящих реальных механизмов машин, стандового оборудования и реальных технологических производств. Наряду с виртуальными лабораторными работами, студенты выполняют также и задания в рамках курса по высокопроизводительным вычислениям, предусматривающим исследование поведения определённого численного алгоритма на вычислительных ресурсах ВВС архитектуры (например, зависимость эффективности алгоритма от количества процессоров и параметров задачи, задачи НИОКР в машиностроении, электромеханики и др.). В соответствии с задачами системы были выделены два типа пользователей АБЛ: преподаватель и студент. Диаграмма вариантов использования СИДО

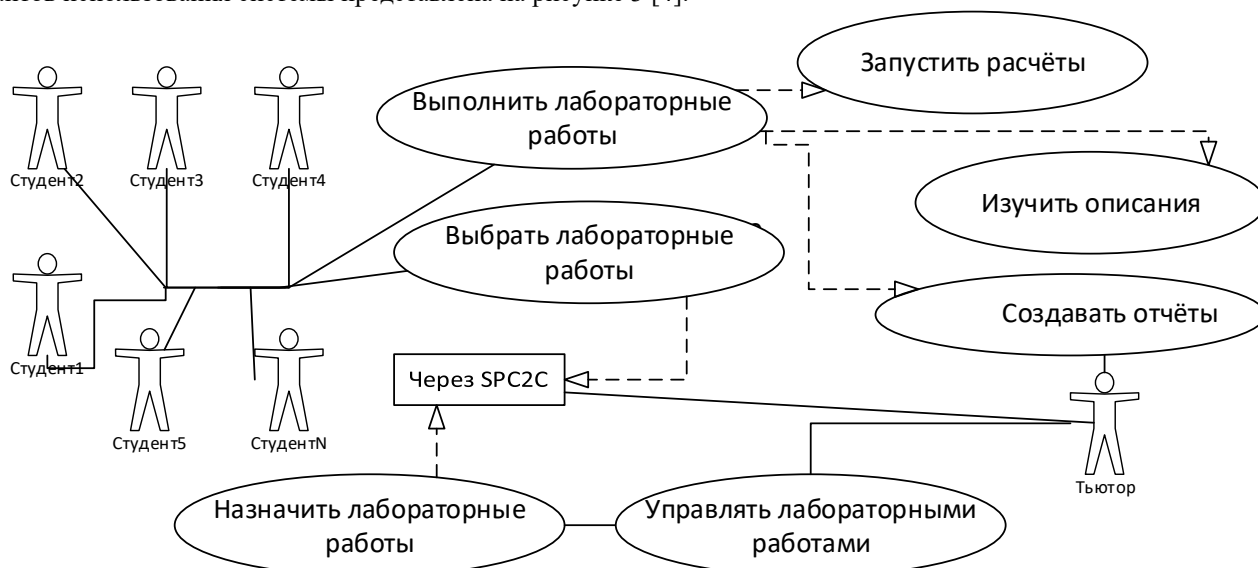


Рис. 3 - Диаграмма вариантов использования СИДО

Создание программного проекта по внедрению параллельных вычислений в дистанционный учебный процесс кафедры является актуальной задачей как социального партнёрства кафедры или вуза с ведущими предприятиями региона, стимулирования научно-исследовательских работ студентов, а в крайних случаях и выживанием многих вузов в современных рыночных условиях.

Очевидно, что развитие СИДО в системе российского образования будет в будущем только активизироваться, т.к. её можно осуществить минимальными расходами на создание технических телекоммуникационных каналов связи.

#### Список литературы / References

1. Глаиснер О.Ю. Дистанционное образование в России и в мире // Вестник Высшей школы. - 2009. - №7. - С. 26-34.
2. Демьянович Ю.К. и др. Параллельные алгоритмы. Разработка и реализация. - СПб, 2012. - 134 с.
3. Аппаратные требования к организации системы видеоконференцсвязи с использованием Skype [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://support.skype.com/ru/> (дата обращения: 13.04. 2017).
4. Трофимов С.А. CASE-технологии: Практическая работа в Rational Rose - М.: БИНОМ, 2013. - 288 с.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Glassner O.Yu. Distancionnoe obrazovanie v Rossii i v mire [Online education in Russia and globally] // Vestnik Vysshej shkoly [Bulletin of High School] – 2009. – № 7. – P. 2-34. [in Russian]
2. Demjanovich Yu K. Parallelnye algoritmy. Razrabotka i realizacija [Parallel algorithms. Development and Implementation]. - SPb, 2012. - 134 p. [in Russian]
3. Apparatnye trebovaniya k organizacii sistemy videokonferencsvjazi s ispol'zovaniem Skype [Hardware requirements to videoconference communication system using Skype]. – URL: <https://support.skype.com/ru/> (accessed: 13.04. 2017) [in Russian]
4. Trofimov S. A. CASE-tehnologii: Prakticheskaja rabota v Rational Rose [CASE technologies: Practical experience] - M.: BINOM, 2013. - 288 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.103>

Деменев А.В.

ORCID: 0000-0002-1573-6665, Кандидат технических наук,

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет туризма и сервиса»

#### МЕТОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ШУМА, СОЗДАВАЕМЫЙ САМОДЕЙСТВУЮЩИМИ КЛАПАНАМИ ГЕРМЕТИЧНОГО КОМПРЕССОРА

#### Аннотация

Приведённая методика инструментального контроля уровня шума, создаваемый газораспределительным механизмом герметичного компрессора осуществляет качественный и количественный анализ звукового излучения самодействующих клапанов и устанавливает зависимости параметров звукового излучения от конструктивного фактора устройства без демонтажа основных узлов компрессора. В исследованиях характеристик звукового излучения соударяющихся элементов газораспределительного механизма авторы упускают зависимость структуры распространения звука посредством сопряженных деталей узлов после удара. Известные методы исследования процесса звукового излучения газораспределительного механизма, как источника шума, не учитывают фактор взаимодействия сопряженных источников шума.

**Ключевые слова:** метод, контроль, звуковое излучение, газораспределительный механизм, компрессор.

Demenev A.V.

ORCID: 0000-0002-1573-6665, PhD in Engineering,

FSBEI of Higher Education "Russian State University of Tourism and Service"

#### METHOD OF INSTRUMENTAL CONTROL OF NOISE LEVEL CREATED BY SELF-ACTING VALVES OF HERMETIC COMPRESSOR

#### Abstract

Technique described in the article deal with the monitoring of instrumental noise level, when noise is created by the gas-distributing mechanism of the hermetic compressor and performs qualitative and quantitative analysis of the acoustical radiation of self-acting valves and establishes the dependence of the parameters of the acoustical radiation on the constructive factor of the device without dismantling the main components of the compressor. When studying the characteristics of acoustical radiation of the colliding elements of the gas distribution mechanism, the authors miss the dependence of the structure of sound propagation by means of conjugate parts of the nodes after impact. Known methods for studying the acoustical radiation of the gas-distributing mechanism, as a source of noise, do not take into account the interaction factor of conjugate noise sources.

**Keywords:** method, control, acoustical radiation, gas distribution mechanism, compressor.

Нормированная ГОСТом 17008-85 методика определения шума и вибрации позволяет определить суммарную звуковую мощность герметичного компрессора, скорректированный уровень звуковой мощности и уровень вибрации, что позволяет оценить допустимый, нормированный диапазон вибрационно-акустических характеристик компрессора и выполнить сравнительный анализ компрессоров, как разных по величине шума источников. Получаемый результат нормированных методик по определению вибрационно-акустических характеристик не позволяет выявить составляющие шума компрессора, что в свою очередь не позволяет определять влияние конструктивного фактора на процесс формирования звуковых колебаний компрессора.

Структура данной методики построена в соответствие с зонами корпусного шума: возбуждение корпусного шума (звуковое излучение ударного происхождения); передача корпусного шума (звуковых колебаний, распространяемые в твердом теле) от места возбуждения до места излучения; преобразование корпусного шума.

Имеются данные о том, что основным источником шума холодильного агрегата является герметичный компрессор [7], [4, С. 18-21]. Работу компрессора обеспечивают узлы, совершающие вращательное и поступательное движение, асинхронный двигатель. [5, С. 26] Все перечисленные узлы излучают шум, состоящий из большого количества гармонических составляющих, образующихся в результате взаимодействия всех источников. Источники шума воздействуют на герметичный кожух сферической формы, который и является источником звуковых колебаний и вибрации в составе холодильного контура. Излучатель (источник шума), генерирует колебания отличные по амплитуде, частоте, фазе и коэффициентам затухания, разделим их на основные виды: механические, газодинамические и электромагнитные.

Сила инерции от поступательно движущихся частей (поршня и части шатуна) с достаточной точностью выражается [6, С33-35]:

$$P = m\omega^2 r (\cos \omega t + \lambda \cos 2t); \quad (1)$$

$$P = m\omega^2 r \cos \omega t + m\omega^2 r \lambda \cos 2t; \quad (2)$$

где:

$m$ - масса поступательно движущихся частей, кг;

$\omega$ - угловая скорость вращения ротора – коленчатого вала, рад/с;

$\omega t$  - угол поворота коленчатого вала от верхней мертвой точки (ВМТ) вращения;

$r$ - радиус кривошипа коленчатого вала, м;

$\lambda = r/L$  - отношение радиуса кривошипа к длине шатуна.

Из формулы (2) видно, что инерционное возбуждение от перемещения поршня состоит из двух гармонических сил:

гармонической силы с частотой  $\omega$  и амплитудой  $m\omega^2 r$ , которая называется силой инерции первого порядка;

гармонической силы с частотой  $2\omega$  и амплитудой  $m\omega^2 r \lambda$ , которая называется силой инерции второго порядка;

Колебания, возбуждаемые силой трения, возникают в зазоре «опора корпусной детали – коленчатый вал», имеют сравнительно небольшую амплитуду, но также является источником шума механического происхождения.

Источником звуковых колебаний корпусного шума ударного происхождения является газораспределительный механизм [2, С. 188-208]. Этот механизм предназначен для присоединения или отсоединения рабочей камеры и полостей всасывания и нагнетания, в зависимости от протекающих процессов сжатия или расширения. Состоит из самодействующих клапанов (клапанных пластин) на стороне всасывания нагнетания и мест их сопряжения – клапанной плиты. Серия ударов клапанных пластин о посадочные места на клапанной плите вызывает импульсное воздействие. В процессе соударения наблюдается мгновенная деформация плиты в направлении перпендикулярном ее поверхности, следствием чего является возникновение импульсного звукового удара, как на стороне нагнетания, так и на стороне всасывания. Импульсное силовое взаимодействие – волна содержит частотные составляющие из полосы, ширина которой обратно пропорциональна длительности контакта при ударе. Эти колебания излучаются по звеньям сопрягаемых деталей и благодаря высокой частоте возбуждения с определенным коэффициентом затухания передаются через конструктивные элементы на кожух компрессора, а от него на элементы холодильного агрегата.

Другим источником корпусного шума ударного происхождения, но меньшей интенсивности является работа поступательного механизма движения компрессора при увеличенных зазорах в трущихся парах кулисы и кулисного камня, поршня и цилиндра [2, С. 188-208]. Возбуждение звуковых колебаний наблюдается в момент перекалки поршня в цилиндре и кулисного камня в направляющей (кулисе) при угле поворота коленчатого вала равном 90 градусов, (если за точку отсчета брать НМТ поршня).

Газодинамический шум возникает в результате прохождения импульсного газового потока, создаваемого возвратно поступательным движением поршня в цилиндре, через проходное сечение в клапанном механизме на стороне всасывания и нагнетания. Распространяется газодинамический шум от источника, через глушитель нагнетания, камерного типа, где наблюдается снижение амплитуды колебаний. Колебания от нагнетательного глушителя передаются на кожух компрессора через нагнетательный змеевик.

Наиболее весомым источником газодинамического шума являются пульсации газового потока на стороне всасывания, что снижается резонансным глушителем. Так же на процесс образования газодинамического шума влияет колебания газовой масляной среды в кожухе компрессора. Газодинамический шум имеет свойства преобразовываться в корпусной. Сопротивление потоку создаваемое в нагнетательном и всасывающих глушителях преобразуются в колебания, которые передаются сопрягаемым деталям и распространяются уже как корпусной шум газодинамического происхождения, который составляет не более 2% от суммарной величины корпусного шума. Виброгасителем корпусного шума является нагнетательный змеевик, который препятствует передаче пульсаций газа холодильному агрегату и сам кожух компрессора.

Локализация источников шума имеет решающее значение в процессе разработки новых конструктивных исполнений узлов и деталей, предназначенных для снижения уровня шума компрессора.

Исследование характеристик звукового излучения соударяющихся самодействующих клапанов авторы упускают влияние структуры распространения звука посредством сопряженных деталей узлов после удара. Известные методы исследования процесса звукового излучения клапанов, как источника шума, не учитывают фактор взаимодействия источников шума. Одним из таких методов является исследование вибрационно-акустических характеристик в

процессе поэлементного исключения или добавления источников шума с целью выделения составляющей звуковых колебаний создаваемых ударами клапанов и количественный анализ весомости этого источника шума. Метод инструментального контроля без демонтажа источников шума компрессора [6, С. 56-79], разработан автором и профессором Набережных А.И. [1, С. 321-327], [2, С. 188-208] и позволяет определять вибрационно-акустические параметры клапанов, с необходимой достоверностью и меньшей трудоемкостью измерительного эксперимента.

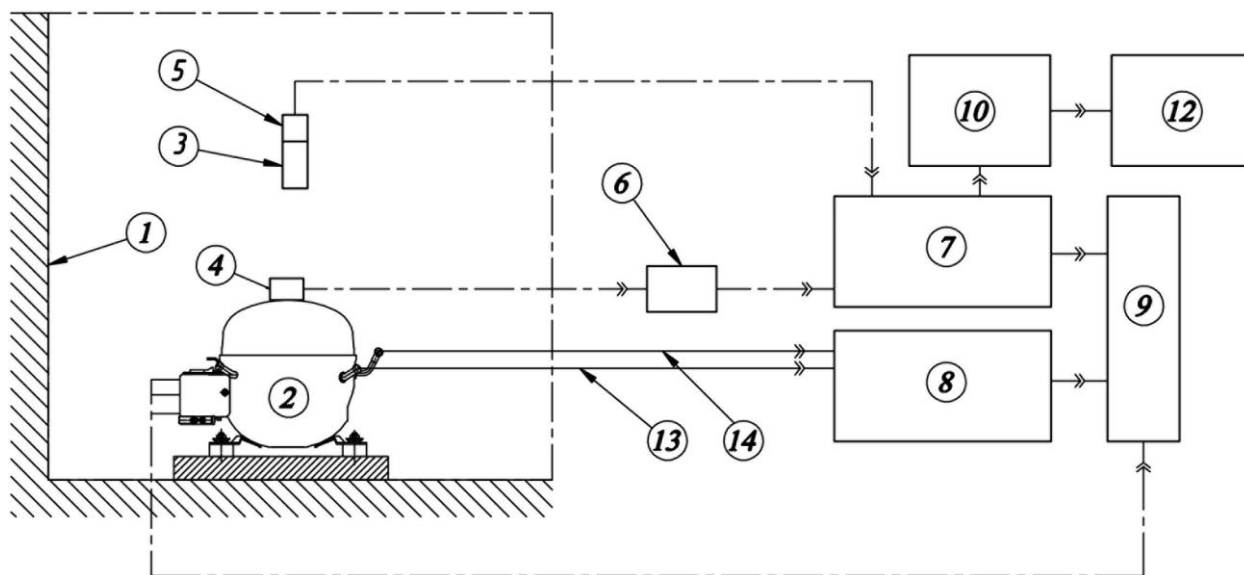


Рис. 1 – Схема измерительного комплекса фирмы [6, С. 56-79]

1-звукоизолирующая камера, 2-объект исследования – герметичный компрессор, 3- микрофон, 4-вибрационно-сенсор, 5,6 – усилитель акустического (вибрационного) сигнала, 7- регистрирующее-аналитическое устройство, 8- калориметрический стенд, 9-блок питания, 10 – устройство сопряжения с компьютером, 12 – персональный компьютер специальным программным обеспечением, 13,14 – линия всасывания и нагнетания, подключенные к калориметрическому стенду.

Алгоритм проведения эксперимента представлен в виде схемы на рисунке 2. Технология последовательного инструментального исключения источников шума из звукового сигнала производится при помощи сравнительно-спектрального анализа двух амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) корпусного шума при рабочем давлении и работе на вакууме работы компрессора. При этом исключаются источники электромагнитного и механического происхождения, соответственно остаются звуковые колебания, создаваемые ударами клапанов, так как при работе на вакууме газораспределительный механизм не функционирует.



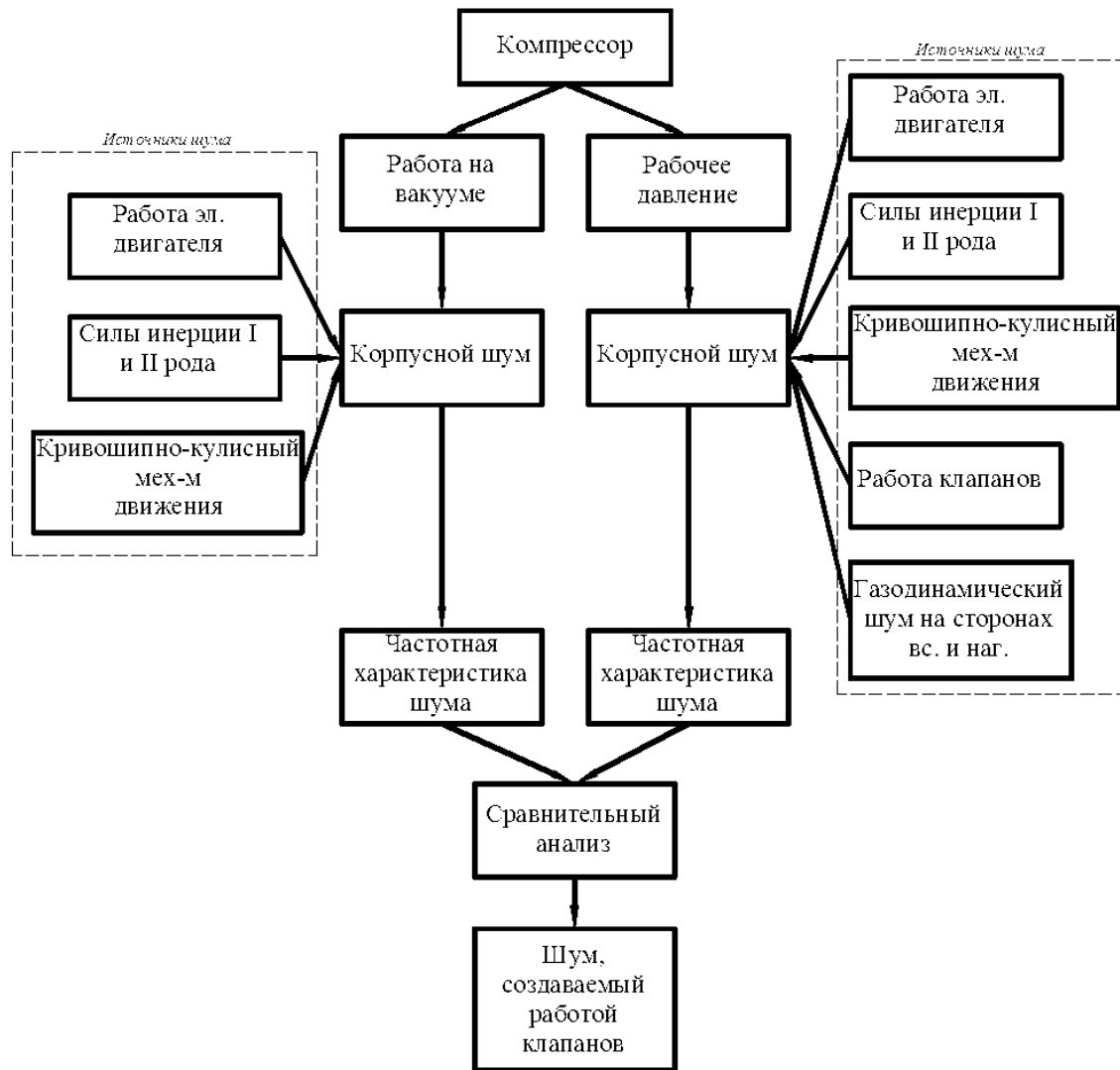


Рис. 2 – Алгоритм метода инструментального контроля конструктивного фактора клапанного механизма, в зависимости от его виброшумовых характеристик. [6, С. 75]

При проведении эксперимента получают две акустические характеристики: (2-2, рис. 3.) работа компрессора при рабочем давлении, (функционируют все источники шума); (1-1, рис.3) частотная характеристика спектра шума компрессора при работе на вакууме (самодействующие клапана неподвижны).

Сравнительно-спектральный анализ (логарифмическая разность  $\Delta$  рис. 3) двух АЧХ исключают источники электромагнитного и механического происхождения, следовательно, остаются звуковые колебания, создаваемые ударами клапанов.

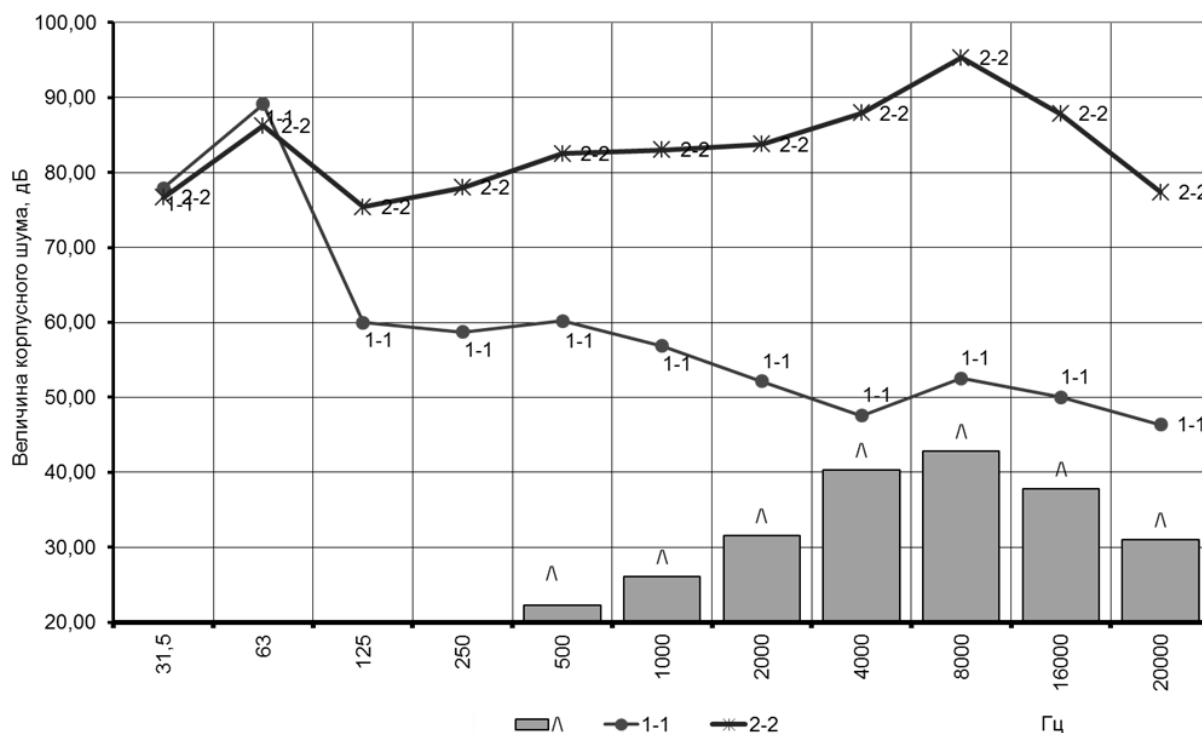


Рис. 3 – Вибрационно-акустическая характеристика звукового излучения самодействующих клапанов компрессора. 1-1 звуковое излучение корпусного шума компрессора при работе на вакууме, 2-2 Звуковое излучение корпусного шума компрессора при нормальных условиях работы, Δ - логарифмическая разность.

Сравнительный анализ двух обработанных сигналов, излучаемых кожухом, но полученных первый - с вибрационно-сенсора, а второй - при помощи микрофонов (ГОСТ 12.1.027-80) позволяют оценить величину затухания звуковых колебаний излучаемых кожухом компрессора.

Достоверность метода определяется сходимостью результатов (коэффициент корреляции  $K=0,82$ ) с результатами метода вибрационно-акустических испытаний с разобранным кожухом, при последовательном добавлении источников шума.

Практическая ценность оригинальной методики заключается в следующем:

- качественный и количественный анализ звукового излучения самодействующих клапанов и определение зависимости параметров звукового излучения от конструктивного фактора газораспределительного устройства без разборки компрессора;
- возможность проведения акустической диагностики самодействующего газораспределительного устройства методом неразрушающего контроля.

#### Список литературы / References

1. Naberezhnykh A.I. Scientific basis of improving of hermetic refrigeration compressors with indicators relevant to international level / A.I. Naberezhnykh, A.V. Demenev, A.I. Danilov // Applied and Fundamental Studies Proceedings of the 1st International Academic Conference. Edited by Yan Maximov. – 2012. – P. 321-327.
2. Набережных А.И. Теория и практика создания малозумных и энергоэффективных герметичных хладоновых компрессоров / А.И. Набережных, А.В. Деменев, А.И. Данилов // Сборник научных трудов «Современная российская наука глазами молодых исследователей» Материалы III Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Научно-Инновационный Центр. – 2013. – С. 188-208.
3. Деменев А. В. Исследование процессов шумообразования в герметичном хладоновом компрессоре [Электронный ресурс] / А. В. Деменев // Холодильный шум. 2004. - URL: <http://hladshum.chat.ru/statial.doc> (дата обращения: 23.04.2017).
4. Маркелов П.А. Исследования шумообразования в герметичных фреоновых компрессорах для бытовых холодильников / П.А. Маркелов и др. // Холодильная техника – 1991. – №4. – С.18-21.
5. Бершадский С.А. Определение источников вибрации поршневых машин // Электромашиностроение – 1973. – №1. – С.26-28.
6. Деменев А.В. Снижение шума клапанного механизма поршневого компрессора для бытовой холодильной техники: дис. канд. тех. наук: 05.02. 13: защищена 24.10.08 : утв. 20.11.08 – Москва, 2008. - 160 с.
7. Ding G. Recent developments in simulation techniques for vapour-compression refrigeration systems / G. Ding // International Journal of Refrigeration. – 2007. – Vol. 30(7). – P. 1119-1133. ISSN: 0140-7007.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Naberezhnykh A.I. Scientific basis of improving of hermetic refrigeration compressors with indicators relevant to international level / A.I. Naberezhnykh, A.V. Demenev, A.I. Danilov // Applied and Fundamental Studies Proceedings of the 1st International Academic Conference. Edited by Yan Maximov. – 2012. – P. 321-327.
2. Naberezhnykh A.I. Teoriya i praktika sozdaniya malozumnykh i jenergoeffektivnykh germetichnykh hladonovykh kompressorov [Theory and practice of creating noise and energy efficient hermetic compressors hladonovykh] / A.I.

Naberezhnyh, A.V. Demenev, A.I. Danilov // Sbornik nauchnyh trudov «Sovremennaja rossijskaja nauka glazami molodyh issledovatelej» Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh i specialistov. Nauchno-Innovacionnyj Centr. [Collection of scientific works "modern Russian science through the eyes of young researchers" materials of III International Scientific Conference of young scientists and specialists. Research And Innovation Center] – 2013. – P. 188-208. [in Russian].

3. Demenev A. V. Issledovanie processov shumoobrazovaniya v germetichnom hladonovom kompressore [Investigation of noise in a hermetic compressor hladonovom [Electronic resource]. – URL: <http://hladshum.chat.ru/statia1.doc> (accessed: 23.04.2017). [in Russian]

4. Markelov P.A. Issledovaniya shumoobrazovaniya v germetichnyh freonovyh kompressorah dlja bytovyh holodil'nikov [Noise research in hermetic compressors for domestic refrigerators freon] / P.A. Markelov and others // Holodil'naja tehnika [Refrigeration] – 1991. – №4. – P.18-21. [in Russian].

5. Bershadskij S.A. Opredelenie istochnikov vibracii porshnevnyh mashin [Identification of sources of vibration of reciprocating machines] S.A. Bershadskij // Jelektromashinostroenie [Electrical engineering] – 1973. – № 1. – P. 26-28. [in Russian].

6. Demenev A. V. Snizhenie shuma klapannogo mehanizma porshneвого kompressora dlja bytovoj holodil'noj tehniki [Noise reduction valve mechanism of piston compressor for household refrigeration equipment] : dis. of PhD in Teh. science: 05.02. 13. defense of the thesis 24.10.08: approved 20.11.08 / Demenev Aleksej Vladimirovich. – M., 2008. – 160 p. [in Russian]

8. Ding G. Recent developments in simulation techniques for vapour-compression refrigeration systems / G. Ding // International Journal of Refrigeration. – 2007. – Vol. 30(7). – P. 1119-1133. ISSN: 0140-7007.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.023>

Долматов Н. П.<sup>1</sup>, Ананьев С.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-1825-0023, Кандидат технических наук, доцент, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

<sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-1825-0026, Кандидат технических наук, доцент, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ НАПОРА В ВОДОПРОВОДЯЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ ДРЕНОПРОМЫВОВОГО УСТРОЙСТВА

##### Аннотация

В статье приведены расчеты по обоснованию потерь напора по всей длине водоподводящего трубопровода включая потери напора в распределительной камере и насоса. При расчете определялась и учитывалась длина трубопровода, характеристики низконапорного насоса, диаметр и количество струеформирующих насадок, скорость течения жидкости в распределительной камере, угол диффузора и конфузора. В процессе расчета потерь напора учитывалось количество витков водоподводящего шланга на барабане, а также установлена зависимость скорости движения воды в водоподводящем трубопроводе и расхода распределительной камеры от площади внутреннего сечения трубопровода.

**Ключевые слова:** потери, расход, диффузор, водопровод, площадь.

Dolmatov N. P.<sup>1</sup>, Ananyev S.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-1825-0023, Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Novocherkassk Engineering Institute of reclamation AK Kortunova FGBOU IN "Don State Agrarian University"

<sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-1825-0026, Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Novocherkassk Engineering Institute of reclamation AK Kortunova FGBOU IN "Don State Agrarian University"

#### DETERMINATION OF HYDRAULIC DROP LOSS IN THE WATER-CONDUCTING ELEMENTS OF A DRIP-ROLLING DEVICE

##### Abstract

The article contains calculations aimed at justifying hydraulic drop losses over the entire length of the water supply pipeline, including the losses in the distribution chamber and pump. During the calculation, the length of the pipeline, the characteristics of the low-pressure pump, the diameter and number of jet-forming nozzles, the flow-rate of the liquid in the distribution chamber, the angle of the diffuser and the confuser were determined and taken into account. In the process of calculating the losses, the number of turns of the water supply hose on the drum was also taken into account, while the dependence of the water velocity in the water supply pipe and the flow-rate of the distribution chamber on the internal section of the pipeline were established.

**Keywords:** losses, flow-rate, diffusion cell, water supply, area.

В поливных хозяйствах зоны орошения, дренажные трубопроводы и сбросные коллекторы в сезон эксплуатации постепенно меняют свою первоначальную форму живого сечения, заиливаются, а дно трубопроводов покрывается слоем наносных отложений. В связи с этим проектная пропускная способность трубопроводов уменьшается, что влечет повышение уровня грунтовых вод на орошаемых землях. Повышение уровня стояния грунтовых вод, как правило, влечет за собой поднятие из нижних слоев почвы в верхние плодородные, вредные для сельскохозяйственных культур солей. В следствии этого происходит солонцевание верхних слоев почвы и как следствие утеря плодородных земель.

Дренаж является наиболее эффективным средством борьбы с поднятием уровня грунтовых вод на орошаемых землях и реконструируемых оросительных системах. Однако многие орошаемые земли в России пока ещё не имеют дренированности, что ухудшает их мелиоративное состояние и сельскохозяйственное использование.

Фактическое использование заиленных дренажных трубопроводов не даёт желаемого эффекта. Поэтому значительное место в мелиорации занимают работы, связанные с предотвращением выхода из строя, содержанием и эксплуатацией дренажных и сбросных систем: очистка дренажных трубопроводов от наносов затрудняющих движение воды; восстановление первоначального проектного профиля трубопроводов.

В ряде научных работ рассматривалось изучение и расчет основных параметров дренопромывочных устройств, с учетом изменения эксплуатационных характеристик для повышения экономической эффективности машины в целом.

В данной работе рассмотрим зависимости некоторых эксплуатационных характеристик промывочного устройства от их технических решений, а также изменение потерь напора по длине водонапорного шланга.

Для определения параметров насосного агрегата дренопромывочного устройства, помимо расхода, необходимо определить напор, необходимый для создания соответствующей скорости в СФН распределительной камеры ДПУ ( $Z_{\text{дпу}}$ ). Расчетная схема определения общих потерь напора в дренопромывочном устройстве показана на рисунке 1.

**Напор ДПУ складывается из напора на срезе струеформирующего насадка ( $Z_{\text{сфн}}$ ) и суммарных потерь напора в водопроводящих элементах устройства ( $Z_n$ ), то есть:**

$$Z_{\text{дпу}} = Z_{\text{сфн}} + Z_n \quad (1)$$

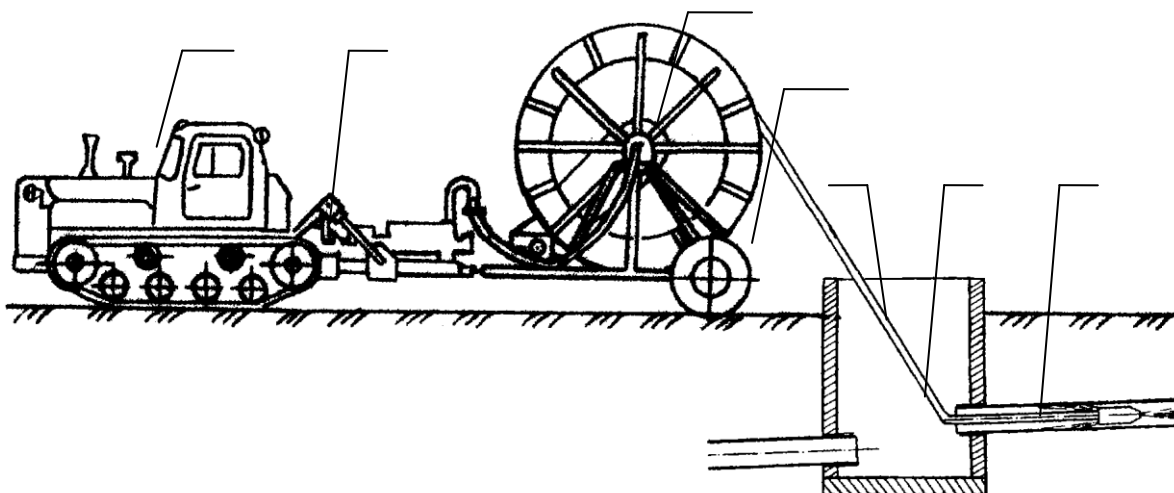


Рис. 1 - Схема к определению общих потерь напора в дренопромывочном устройстве

1- дренопромывочная головка; 2 - водонапорный шланг; 3 - дренажная труба; 4 - барабан для водонапорного шланга; 5 - дренажный колодец; 6 - низконапорный насос; 7 - базовая машина

Потери напора в водопроводящих элементах дренопромывочного устройства, в свою очередь, складываются из потерь в распределительной камере ДПУ ( $Z_{\text{рк}}$ ), в диффузоре ( $Z_{\text{диф}}$ ), по длине водонапорного шланга ( $Z_{\text{ш}}$ ) и в барабане ( $Z_{\text{бар}}$ ):

$$Z_n = Z_{\text{рк}} + Z_{\text{диф}} + Z_{\text{ш}} + Z_{\text{бар}} \quad (2)$$

**Слагаемые формул (1) и (2) можно определить по известным в гидравлике методикам [1, С. 153], [2, С. 288].**

За основу, для определения потерь в СФН, принимаем схему с внешним цилиндрическим насадком, расположенным под углом к стенке. Следует отметить, что для увеличения пропускной способности насадка, его длину целесообразно принять равной не менее  $(4 \div 6) \cdot d_0$ .

Связь расхода СФН с напором имеет вид:

$$Q_o = \mu_o \cdot \omega_o \cdot \sqrt{2gZ_{\text{сфн}}} \quad (3)$$

откуда найдем напор

$$Z_{\text{сфн}} = \frac{\left(\frac{Q_o}{\mu_o}\right)^2}{2g} \quad (4)$$

где  $\mu_o$  - коэффициент расхода струеформирующего насадка, согласно для принятой конструкции насадка составляет  $0,7 \div 0,8$ .

Движение жидкости в распределительной камере ДПУ характеризуется делением потока и носит сложный характер. В первом приближении потери напора можно определить как в приточном тройнике при нулевом проходном расходе. Коэффициент сопротивления в ответвлении распределительной камеры  $\zeta_{рк}$  можно определить по следующей зависимости:

$$\zeta_{рк} = 0,8 \cdot \left[ \left( \frac{U_{кв}}{U_o} \right)^2 + 1 - 2 \cdot \left( \frac{U_{кв}}{U_o} \cdot \cos(\pi - \beta) \right) \right], \quad (5)$$

где  $U_{кв}$  - скорость в распределительной камере ДПУ.

Скорость в распределительной камере дренапромывочного устройства определяется по найденному расходу ДПУ и внутреннему сечению распределительной камеры

$$U_{кв} = \frac{Q_{дпу}}{\omega_{кв}}, \quad (6)$$

где  $\omega_{кв}$  - площадь поперечного сечения внутренней части распределительной камеры, составляет

$$\omega_{кв} = \pi \cdot \frac{d_{кв}^2}{4}, \quad (7)$$

где  $d_{кв}$  - внутренний диаметр распределительной камеры, определяемый по формуле

$$d_{кв} = d_k - 2 \cdot \Delta_{стен}, \quad (8)$$

где  $\Delta_{стен}$  - толщина стенки корпуса распределительной камеры.

С учетом формулы (5), потери напора в распределительной камере составят

$$Z_{рк} = \zeta_{рк} \cdot \frac{U_o^2}{2g}. \quad (9)$$

Потери напора в диффузоре корпуса рабочей камеры составляют

$$Z_{диф} = \zeta_{диф} \cdot \frac{U_{кв}^2}{2g}. \quad (10)$$

Коэффициент сопротивления диффузора определяется по следующей формуле:

$$\zeta_{диф} = k_{см} \cdot \left( \left( \frac{d_{кв}}{d_{ш}} \right)^2 - 1 \right)^2 + \zeta_{тр}, \quad (11)$$

где  $k_{см}$  - коэффициент смягчения при постепенном расширении, для предельного угла безотрывного расширения потока в диффузоре ( $\alpha_{диф} \approx 14^\circ$ ) коэффициент равен 0,3.

$\zeta_{тр}$  - коэффициент сопротивления трению.

Данный коэффициент определяется по следующей формуле:

$$\zeta_{тр} = \frac{\lambda}{8 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_{диф}}{2}\right)} \cdot \left( \left( \frac{d_{кв}}{d_{ш}} \right)^4 - 1 \right), \quad (12)$$

Потери напора по длине шланга определяются в общем случае по формуле А. Дарси – Ю. Вейсбаха:

$$Z_{ш} = \lambda \cdot \frac{L_{ш}}{d_{ш}} \cdot \frac{U_{ш}^2}{2 \cdot g}, \quad (13)$$

где  $\lambda$  - гидравлический коэффициент трения.

Коэффициент гидравлического трения для шланга можно определить как для гладких труб, например по формуле Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}, \quad (14)$$

где  $\text{Re}$  - число Рейнольдса, составляет

$$\text{Re} = \frac{U_{ш} \cdot d_{ш}}{\nu} \quad (15)$$

Скорость движения воды в водонапорном шланге определяется по известному расходу ДПУ и площади внутреннего сечения шланга  $\omega_{ш}$ :

$$U_{ш} = \frac{Q_{дпу}}{\omega_{ш}}, \quad (16)$$

$$\omega_{ш} = \pi \frac{d_{ш}^2}{4} \quad (17)$$

Максимальные потери напора в свернутом на барабане водонапорном шланге будут иметь место на начальном этапе промывки дренажной трубы, когда шланг практически полностью по всей длине свернут в кольца на барабане. Наибольшие потери будут в нижнем ряду колец шланга, так как радиус поворота будет наименьшим. В качестве расчетной схемы примем наихудшие в комплексе условия, то есть:

- шланг полностью намотан на барабан;
- радиус колец шланга принимается равным радиусу цилиндра барабана  $r_{бар}$ .

В первом приближении потери напора в одной четверти кольца ( $\Delta Z_{бар}$ ) можно определить по известным формулам гидравлики [3, С. 78], например:

$$\Delta Z_{бар} = \zeta_{90} \cdot \frac{U_{ш}^2}{2g}, \quad (18)$$

где  $\zeta_{90}$  - коэффициент сопротивления плавного поворота трубы на  $90^\circ$ .

Данный коэффициент определяется по следующей формуле:

$$\zeta_{90} = 0,02 \cdot (100 \cdot \lambda)^{2,5} + 0,106 \cdot \left( \frac{d_{ш}}{r_{бар}} \right)^{2,5} \quad (19)$$

Потери напора в свернутом на барабане шланге равны произведению количества колен на барабане на потерю напора в одном колене:

$$Z_{бар} = n_{кол} \cdot \Delta Z_{бар}, \quad (20)$$

где  $n_{кол}$  - количество колен на цилиндре барабана при полной намотке шланга.

Данное количество определяется по следующей формуле:

$$n_{кол} = 4 \frac{L_{ш}}{\pi} d_{бар} \quad (21)$$

Подставив найденные, по выше составленным зависимостям, потери напора в формулы (1) и (2), можно определить полный напор в ДПУ, который необходимо создать насосным агрегатом в начале водонапорного шланга. По найденным значениям расхода и напора подбирается насосный агрегат [4].

Несмотря на значительное количество существующих конструкций промывочных устройств, вопросы оптимизации основных геометрических параметров, рабочего органа изучены недостаточно. В частности, следует рассмотреть отношение диаметров промывочного устройства к внутреннему диаметру очищаемого трубопровода. Так же отсутствуют расчеты по определению соотношения расходов жидкости промывочного устройства к объему воды находящейся в трубопроводе. Необходимо рассмотреть изменение расхода воды в процессе размыва наилка в полости очищаемого трубопровода в зависимости от величины наносных отложений.

#### Список литературы / References

1. Абрамович Г. Н. Теория турбулентных струй / Г. Н. Абрамович. – М.: Наука, 1984. – 750 с.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг, Л.Г. Лойцяновский. – М.: Наука, 1969. – 742с.
3. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учеб. для вузов / Д.В. Штеренлихт. – М.: Энергоиздат, 1991.-351 с.
4. Долматов Н. П. Зависимость качества очистки дренажного трубопровода от параметров дренажнопромывочного устройства / Н. П. Долматов, А. В. Михеев // Международный научно-исследовательский журнал.-2017. -№ 03(57), - С. 119-122.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Abramovich G.N. Teoriya turbulentnykh strui [Theory of Turbulent Jets] / G.N. Abramovich. - М.: Nauka, 1984. - 750 p. [In Russian]
2. Schlichting G. Teoriya pogrannichnogo sloya [Theory of Boundary Layer] / G. Schlichting, L.G. Loitsyanovsky. - М.: Nauka, 1969. - 742p. [In Russian]
3. Schterenlicht D.V. Gidravlika: ucheb. dlia vuzov [Hydraulics: Textbook for Universities] / D.V. Sterenlicht. - М.: Energoizdat, 1991. - 351 p. [In Russian]
4. Dolmatov N.P. Zavisimost' kolichestva ochistki drenazhnogo truboprovoda ot parametrov drenopromyvochnogo ustroystva [Dependence of Quality of Drainage Pipeline Cleaning on Parameters of a Drainage Device] / N.P. Dolmatov, A.V. Mikheev // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research Journal]. - 2017. - No. 03 (57). - P. 119-122. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.115>**Житников В.П.<sup>1</sup>, Шерыхалина Н.М.<sup>2</sup>, Соколова А.А.<sup>3</sup>**<sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-6198-0917, Доктор физико-математических наук, Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-2808-1311, Доктор технических наук, Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет,<sup>3</sup>ORCID: 0000-0002-1528-8778, Аспирант, Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 17-07-00356).***МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВРАЩАЮЩИМСЯ ПЛАСТИНЧАТЫМ ЭЛЕКТРОД-ИНСТРУМЕНТОМ****Аннотация**

*Проведено моделирование способа электрохимической обработки вращающимся пластинчатым электродом-инструментом, который позволяет создать условия для постоянного обмена электролита. В качестве примера рассмотрена задача прорезания прямолинейных пазов. Для численного моделирования использован метод постоянных граничных элементов. Проведенное численное исследование позволило обнаружить и объяснить эффект образования волнообразной формы одной из боковых границ паза. Найдено условие, при котором амплитуда волн имеет наибольшее значение.*

**Ключевые слова:** нестационарный процесс, метод граничных элементов, волнообразная форма границ.**Zhitnikov V.P.<sup>1</sup>, Sherykhalina N.M.<sup>2</sup>, Sokolova A.A.<sup>3</sup>**<sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-6198-0917, PhD in Physics and Mathematics, Ufa State Aviation Technical University,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-2808-1311, PhD in Engineering, Ufa State Aviation Technical University,<sup>3</sup>ORCID: 0000-0002-1528-8778, Postgraduate student, Ufa State Aviation Technical University*The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Project code 17-07-00356)***SIMULATION OF ELECTROCHEMICAL PROCESSING OF ROTATING PLATE ELECTRODE INSTRUMENT****Abstract**

*A simulation of the electrochemical machining method by a rotating plate electrode tool is carried out in this paper; it allows creating conditions for the permanent exchange of the electrolyte. The problem of straight lines cutting is considered as an example, the constant boundary elements method is used for numerical modeling. The performed numerical study made it possible to detect and explain the effect of the formation of a wave-shaped form of one of the lateral boundaries of the groove. It was found a condition under which the wave amplitude has the greatest value.*

**Keywords:** nonstationary process, boundary elements method, wavy shape of boundaries.

Для получения штампов сложной формы из трудно обрабатываемых материалов часто используется электрохимическая обработка (ЭХО), которая имеет ряд важных преимуществ: отсутствие силового и теплового воздействия на обрабатываемую заготовку, отсутствие износа электрод-инструмента (ЭИ). В этом случае обычно используется ЭИ круглого сечения [1], [2], [3]. При этом во избежание загрязнения электролита продуктами реакций его прокачивают вдоль ЭИ. Для улучшения обмена электролита во фронтальной области межэлектродного пространства (МЭП) приходится периодически выключать напряжение, прерывая процесс растворения, и отводить ЭИ назад. Возможен другой тип технологического процесса. Если использовать ЭИ в виде узкой полосы, то вращение такого ЭИ будет создавать условия для постоянного обмена электролита.

Рассмотрим нестационарную задачу ЭХО с помощью пластинчатого ЭИ конечной толщины. Форма межэлектродного пространства показана на рис. 1. Центр ЭИ движется внутри заготовки со скоростью  $V_C$  вниз вдоль оси ординат. Одновременно ЭИ вращается относительно своего центра с угловой скоростью  $\omega$ . Начальное отверстие в заготовке имеет некоторую форму (обычно, круглую), разность потенциалов между электродами равна  $U$ .

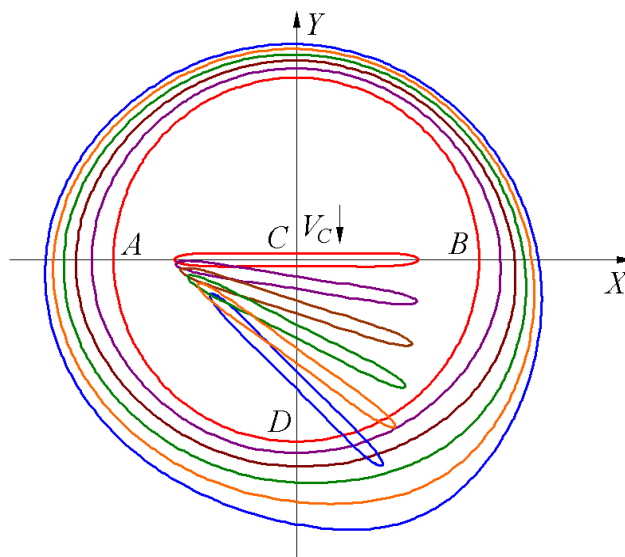


Рис. 1– Схема МЭП: ADB – обрабатываемая поверхность (анод);  
C – ЭИ (катод)

Процесс электрохимического растворения материала анода определяется законами Фарадея и Ома [4]

$$V_{есм} = kE, \quad E = j/\kappa, \quad k = \kappa\eta\varepsilon/\rho, \quad (1)$$

где  $V_{есм}$  – скорость электрохимического растворения (сдвига границы);  $E, j$  – напряженность и плотность тока на границе анода;  $\kappa$  – электропроводность электролита;  $\eta$  – выход по току;  $\varepsilon$  – электрохимический эквивалент;  $\rho$  – плотность растворяемого материала.

Электрическое поле считается потенциальным и соленоидальным, поэтому потенциал  $\Phi(X, Y)$  удовлетворяет уравнению Лапласа  $\Delta\Phi = 0$ .

На границах, соответствующих электродам, значения потенциала на аноде и катоде равны

$$\Phi_a = 0, \quad \Phi_c = -U.$$

Перейдем к безразмерным величинам. Безразмерные величины  $x, y, \tau$  и  $\varphi$  определяются следующим образом

$$x = \frac{X}{l}, \quad y = \frac{Y}{l}, \quad \tau = \frac{V_c}{l} t = \frac{kU}{l^2} t, \quad \varphi = \frac{\Phi}{U},$$

где  $l = kU/V_c$  – величина стационарного зазора в задаче об обработке плоским горизонтальным ЭИ.

Центр ЭИ движется, как показано на рис. 1 со скоростью  $V_c$ . При этом

$$v_c = -\frac{dy_c}{d\tau} = -\frac{1}{V_c} \frac{dY_c}{dt} = 1.$$

Граница детали также подвижна, нормальная скорость ее движения определяется уравнением (1). Представим (1) в безразмерном виде

$$\frac{dx_a}{d\tau} = \frac{\partial\Phi}{\partial n} \cos\theta_a^n, \quad \frac{dy_a}{d\tau} = \frac{\partial\Phi}{\partial n} \sin\theta_a^n. \quad (2)$$

Здесь  $x_a(\tau), y_a(\tau)$  – координаты точек на обрабатываемой поверхности (ОП);  $\theta_a^n$  – угол наклона внешней нормали к поверхности анода.

Перемещение точек поверхности ЭИ в процессе обработки можно определить следующим образом

$$x_c(\tau) = \operatorname{Re}\left[(x_c^0 + iy_c^0)e^{i\alpha(\tau)}\right], \quad y_c(\tau) = -\tau + \operatorname{Im}\left[(x_c^0 + iy_c^0)e^{i\alpha(\tau)}\right], \quad (3)$$

где  $x_c^0, y_c^0$  – координаты точек на исходной поверхности ЭИ (при  $\tau = 0$ );  $\alpha(\tau) = -\omega\tau$  – угол поворота ЭИ вокруг своей оси относительно начального положения (на рис. 1  $\alpha$  изменяется от 0 до  $-\pi/4$ ).

При численном решении безразмерное время дискретизируется, т. е. разбивается на некоторое количество шагов, на каждом шаге решается краевая задача для уравнения Лапласа

$$\Delta\Phi = \frac{\partial^2\Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Phi}{\partial y^2} = 0 \quad \text{с условиями } \Phi_a = 0, \quad \Phi_c = -1. \quad (4)$$

При этом определяются нормальные производные  $\partial\Phi/\partial n$ . Далее, согласно (2) и (3) производится шаг по



времени (например, по методу Эйлера).

$$\Delta x_c = \cos \alpha \cdot \Delta t, \Delta y_c = \sin \alpha \cdot \Delta t, \quad (5)$$

$$\Delta x_a = \frac{\partial \varphi}{\partial n} \cos \theta_a^n \cdot \Delta t, \Delta y_a = \frac{\partial \varphi}{\partial n} \sin \theta_a^n \cdot \Delta t. \quad (6)$$

Далее процесс повторяется.

Решение краевой задачи для уравнения Лапласа с граничными условиями первого рода (4) на основе интеграла Грина сводится к граничному интегральному уравнению [1]

$$\frac{1}{2} \varphi(z) = \frac{1}{2\pi} \oint_{\Gamma} \frac{1}{r(z, \sigma)} \frac{\partial \varphi(\sigma)}{\partial n} d\Gamma + \frac{1}{2\pi} \oint_{\Gamma} \ln \frac{1}{r(z, \sigma)} \frac{\partial \varphi(\sigma)}{\partial n} d\Gamma, \quad \forall z \in \Gamma, \quad (7)$$

где  $z$  – точка наблюдения,  $\sigma$  – точка расположения источника;  $r(z, \sigma)$  – расстояние между точкой наблюдения и источником;  $\Gamma$  – граница области, проходимая так, что область находится слева.

Для решения интегрального уравнения (7) будем использовать метод граничных элементов. Для упрощения расчетов, аналогично [1], будем использовать постоянные граничные элементы, в которых напряженность электрического поля имеет постоянные значения.

Разобьем границу  $\Gamma$  на  $n$  прямолинейных граничных элементов  $\Gamma_m$ . Расчетные точки (узлы) расположим в середине граничного элемента. Дискретная форма уравнения (5a) будет иметь вид

$$\frac{1}{2} \varphi_k = \sum_{m=1}^n F_{km} \varphi_m + \sum_{m=1}^n G_{km} \varphi'_m, \quad (8)$$

где

$$G_{km} = \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma_m} \ln \frac{1}{r(z_k, \sigma)} d\Gamma, \quad F_{km} = \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma_m} \frac{1}{r(z_k, \sigma)} \frac{\partial r}{\partial n} d\Gamma, \quad (9)$$

(при наличии особенности во втором интеграле в (9), согласно формуле Сохоцкого, берется его главное значение). Интегралы, входящие в (9), вычисляются точно.

Пусть расстояния от середины  $k$ -го элемента до начала и конца  $m$ -го элемента равны  $r_{km}^b$  и  $r_{km}^e$ ;  $\theta_{km}^b$  и  $\theta_{km}^e$  – углы между отрезками, соединяющими середину  $k$ -го граничного элемента с начальной и конечной точкой  $m$ -го граничного элемента, соответственно, и внешней нормалью к  $m$ -му граничному элементу при прохождении границы в положительном направлении (таким образом, что область межэлектродного пространства всегда находится слева),  $l_m$  – длина  $m$ -го граничного элемента. При этих обозначениях значения коэффициентов  $G_{km}$  и  $F_{km}$  в (8) равны

$$G_{km} = -\frac{1}{2\pi} \left( r_{km}^e \sin \theta_{km}^e (\ln r_{km}^e - 1) - r_{km}^b \sin \theta_{km}^b (\ln r_{km}^b - 1) + r_{km}^b \cos \theta_{km}^b (\theta_{km}^e - \theta_{km}^b) \right), \quad m \neq k, \\ G_{km} = \mp \frac{1}{2\pi} l_m (\ln \frac{l_m}{2} - 1), \quad m = k, \quad (10)$$

$$F_{km} = \frac{1}{2\pi} \begin{cases} \theta_{km}^e - \theta_{km}^b, & m \neq k, \\ 0, & m = k. \end{cases} \quad (11)$$

Знак « $\rightarrow$ » в (10) выбирается при проходе вдоль анода (против часовой стрелки), « $+$ » выбирается при проходе вдоль катода (по часовой стрелке). При этом при интегрировании область всегда остается слева от контура интегрирования.

Как было указано выше, разобьем границы анода и катода на  $n_1$  и  $n_2$  прямолинейных граничных элементов соответственно. Координаты начальных и конечных точек этих элементов

$$(x_m^b, y_m^b), (x_m^e, y_m^e), \quad m = \overline{1, n_1 + n_2},$$

при этом

$$x_m^b = x_{m-1}^e, \quad y_m^b = y_{m-1}^e, \quad y_m^b = y_m^b, \quad m = \overline{2, n_1 + n_2}, \quad (m \neq n_1 + 1), \\ x_1^b = x_{n_1}^e, \quad y_1^b = y_{n_1}^e, \quad x_{n_1+1}^b = x_{n_1+n_2}^e, \quad y_{n_1+1}^b = y_{n_1+n_2}^e, \quad (12)$$

здесь элементы пронумерованы последовательно, сначала анод, затем катод, при этом сохраняется положительное направление обхода.

Подставляя в систему уравнений (8) граничные условия постоянства потенциала на аноде и катоде (4), получим систему линейных алгебраических уравнений для расчета нормальных производных  $\varphi'_m$  на элементах

$$\sum_{m=1}^{n_1+n_2} G_{km} \phi'_m = \sum_{m=n_1+1}^{n_1+n_2} F_{km} = 0, k = \overline{1, n_1},$$

$$\sum_{m=1}^{n_1+n_2} G_{km} \phi'_m = -\frac{1}{2} + \sum_{m=n_1+1}^{n_1+n_2} F_{km} = -1, \quad k = \overline{n_1+1, n_1+n_2}. \quad (13)$$

Матрица СЛАУ – заполненная, поэтому для решения задачи можно применить, например, метод Гаусса.

Полученные значения нормальных производных используются на следующих шагах алгоритма решения нестационарной задачи.

Способ изменения сетки заключается в первоначальном сдвиге угловых точек полигона (рис. 2). Затем положение этих точек видоизменяется так, чтобы длины элементов на аноде были равными. Для этого используется сплайн-интерполяция. При совершении шага очередная конфигурация  $x_m, y_m$   $m = \overline{0, n}$  интерполируется сплайнами (отдельно  $x(s)$ ,  $y(s)$  и  $l(s)$  – длина участка границы, отсчитываемая от 0-й точки; изначально  $s_m = m$ ), задается положение узлов  $l_m$ , и решаются уравнения по определению параметра  $S = S_m$ , при котором  $l(s_m) = l_m$ . Координаты  $m$ -го узла с помощью сплайнов заменяются на  $x_m^e(s_m), y_m^e(s_m)$ .

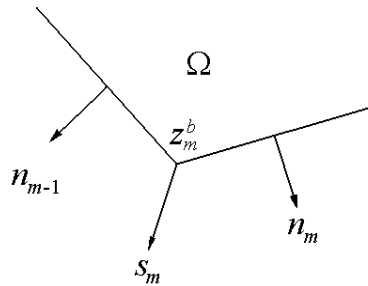


Рис. 2 – Сдвиг вершин полигона

Формулы шага по методу Эйлера аналогичны (5), (6).

На рис.3 и рис.4 приведены формы границ для различных значений круговой частоты  $\omega$  вращения ЭИ для  $\tau=0, 2, 4, \dots, 20$ .

Видно, что для малых частот левая боковая граница паза приобретает существенную волнообразность формы, причем максимальная амплитуда волн наблюдается при  $\omega \approx \pi/8$ . При  $\omega \geq \pi/2$  волнообразность практически исчезает.

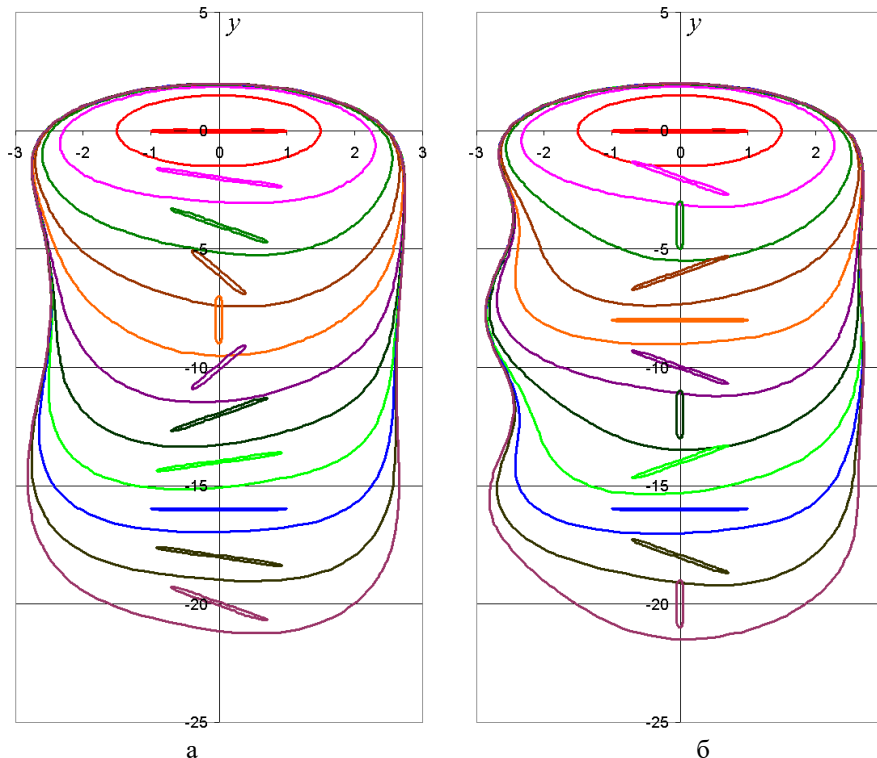
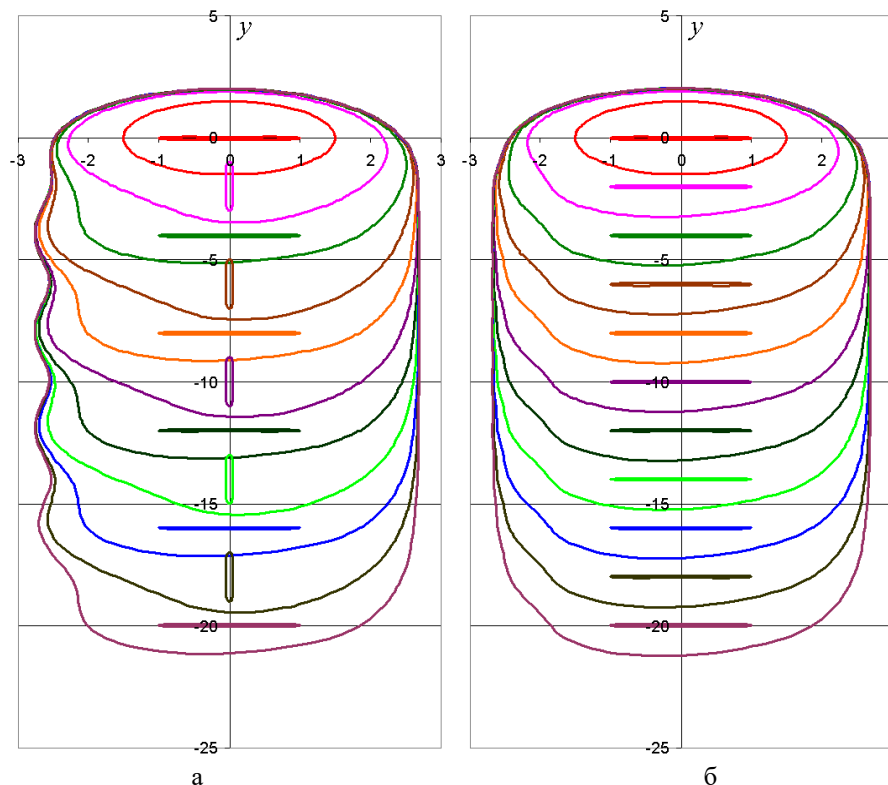


Рис. 3 – Формы обрабатываемой поверхности: а –  $\omega = \pi/16$ ; б –  $\omega = \pi/8$

Рис. 4 – Формы обрабатываемой поверхности: а –  $\omega = \pi/4$ ; б –  $\omega = \pi/2$ 

Явление образования волнообразной формы боковой части ОП можно объяснить следующим образом. При прохождении левой части зоны обработки кромка ЭИ движется вверх, поскольку ЭИ вращается по часовой стрелке, но центр ЭИ движется вниз. Тем самым, скорость движения кромки ЭИ относительно ОП уменьшается, и количество растворенного материала в левой части ОП увеличивается. При углах наклона ЭИ к оси  $x$ , близких к  $\pi n$  ( $n=1, 2, \dots$ ), можно определить мгновенный центр вращения ЭИ  $C_t$  (рис. 5).

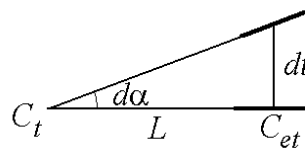


Рис. 5. – К определению положения центра вращения ЭИ

Расстояние  $L$  от  $C_t$  до центра ЭИ  $C_{et}$  определяется из уравнения

$$-\operatorname{tg}(d\alpha) \approx -d\alpha = \frac{dt}{L}.$$

Отсюда при  $d\alpha = -\omega dt$  найдем  $L = 1/\omega$ .

Существует значение  $\omega$ , при котором центр вращения находится на левой границе ОП. При  $\omega = \pi/8$  величина  $L$  равна 2.55, что, судя по рис. 4,б приблизительно соответствует полуширине невозмущенного паза. Это же значение приблизительно соответствует максимальной амплитуде волны, что подтверждается вычислительным экспериментом (рис. 3, 4). При увеличении  $\omega$  время прохождения центра вращения пропорционально уменьшается, но уменьшается и период волны на ОП, что компенсирует и то и другое. Поэтому наблюдаемый факт образования волнообразной формы левой границы максимальной амплитуды можно объяснить наиболее сильным «замиранием» кромки ЭИ вблизи левой части ОП при расположении мгновенного центра вращения ЭИ на границе ОП.

Итак, был проведен вычислительный эксперимент с различными значениями угловой скорости  $\omega$  вращения ЭИ по часовой стрелке. Эксперимент показал, что левая граница прорезаемого паза при малых частотах приобретает волнообразную форму. При некотором значении  $\omega$  амплитуда волн имеет максимальное значение. Это было объяснено совпадением мгновенного центра вращения ЭИ, совершающего вращательное движение с одновременным поступательным движением его центра, с некоторой точкой на ОП. Это способствует наиболее длительному нахождению кромки ЭИ вблизи ОП и увеличению количества растворимого материала.

#### Список литературы / References

1. Волгин В. М. Моделирование электрохимической обработки проволочным электродом-инструментом / В. М. Волгин, До Ван Донг, А. Д. Давыдов // Изв. ТулГУ. Технические науки. – 2013. – Вып. 11. – С. 122–136.
2. Volgin V. M. Modeling of wire electrochemical machining. / V. M. Volgin, V. D. Do, A. D. Davydov // Chem. Eng. Trans. – 2014. – V. 41. – P. 91-96.

3. Житников В. П. Моделирование прецизионной нестационарной электрохимической обработки круглым и пластинчатым электрод-инструментом / В. П. Житников, Р. Р. Муксимова, А. А. Зарипов // Вестник УГАТУ. – 2015. – Т. 19 – №1 (67) – С. 92–99.

4. Клоков В. В. Электрохимическое формообразование / В. В. Клоков // Изд-во Казань, ун-та, Казань. – 1984. – 80 с.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Volgin V. M. Modelirovanie electrohimicheskoi obrabotki provolochnim elektrodom-instrumentom [Modeling of electrochemical machining with a wire electrode tool] / V. M. Volgin, V.D. Do, A. D. Davydov // Izv. TulGU. Technicheskie nauki [Collection of scientific works of Tulskiy University. Technical science]. – 2013. V. 11. P. 122–136. [in Russian]

2. Volgin, V. M. Modeling of wire electrochemical machining. / V. M. Volgin, V. D. Do, A. D. Davydov // Chem. Eng. Trans. – 2014. – V. 41. P. 91-96. [in English]

3. Zhitnikov V. P. Modelirovanie prezicionnoi nestacionarnoi electrohimicheskoi obrabotki krooglim i plastinchatim elektrod-instrumentom [Modeling of Nonstationary electrochemical machining precision and circular plate of the electrode-tool] / V. P. Zhitnikov, R. R. Muxsimova, A. A. Zaripov // Vestnik UGATU [USATU's Gazette ]. – 2015. – V. 19 – №1 (67) – P. 92–99. [in Russian]

4. Klovov V. V. Electrohimicheskoe formoobrazovanie [Electrochemical shaping] / V. V. Klovov // izdatelstvo Kazan, un-ta, Kazan [Publishing Kazan University]– 1984. – P. 80. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.111>

Истомина Е.Е.<sup>1</sup>, Куранов М.Н.<sup>2</sup>, Савченко П.И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ORCID:0000-0002-1243-4434, Кандидат химических наук, Педагогический институт Иркутского государственного университета, Иркутск, <sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-4910-6239, Индивидуальный предприниматель,

<sup>3</sup>ORCID:0000-0001-7223-6627, Индивидуальный предприниматель

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТИПОВЫХ ОБРАЗЦОВ, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ТРАНСФОРМИРУЕМОЙ МЕБЕЛИ

##### Аннотация

*В статье рассмотрено проектирование типовых образцов, организация производства и обеспечение качества трансформируемой мебели по индивидуальным заказам. Представлены чертежи типовых образцов и производственная программа. Приведены капитальные затраты на оборудование и материалы на организацию производства. Выполнен расчет технико-экономических показателей производственной программы и приведены показатели безопасности трансформируемой мебели. Уделено внимание добровольной сертификации и обеспечению качества трансформируемой мебели.*

**Ключевые слова:** проектирование, типовой образец, трансформируемая мебель, производственная программа, обеспечение качества мебели.

Istomina E.E.<sup>1</sup>, Kuranov M.N.<sup>2</sup> Savchenko P.I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0003-4910-6239, PhD in Chemistry, Institute of Pedagogy, Irkutsk State University,

<sup>2</sup>ORCID: 0000-0003-4910-6239, Individual Entrepreneur, Irkutsk,

<sup>3</sup>ORCID:0000-0001-7223-6627 Individual Entrepreneur

#### DESIGNING STANDARD SAMPLES, ORGANIZATION OF PRODUCTION AND QUALITY ASSURANCE OF CONVERTIBLE FURNITURE

##### Abstract

*The paper describes the designing of standard samples, the organization of production and the quality assurance of convertible furniture according to individual orders. The drawings of standard samples and the designing application are presented. The capital costs for equipment and materials for the organization of production are also estimated. The calculation of technical and economic indicators of the designing application is performed and the safety indexes of the furniture to be converted are listed as well. The attention is paid to voluntary certification and quality assurance of convertible furniture.*

**Keywords:** design, standard sample, convertible furniture, designing application, quality assurance of furniture.

Проектирование – процесс определения архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы или её части [1]. Типовые образцы продукции – образцы продукции одинакового конструктивного исполнения, содержащие одинаковые части, узлы и материалы, имеющие существенное значение для выполнения существенных требований. Трансформируемая мебель – мебель, конструкция которой позволяет менять ее функциональное назначение и/или размеры [3]. Проектирование типового образца – процесс определения компонентов, эргономических и эстетических свойств типового изделия промышленного производства. В настоящей статье трансформируемая мебель выступает в качестве такого типового изделия.

Целью исследования является проектирование, разработка программы производства и обеспечение качества трансформируемой мебели в компании «МастерПроект», ИП «Савченко П.И.».

Материал и методы исследования. Исследование выполнено в 2016-2017 гг. В статье обсуждаются результаты проектирования, организации производства и обеспечения качества. В 2016-2017 гг. в компании «МастерПроект» ИП «Савченко П.И.» проведены НИОКР, созданы типовые образцы мебели, и осуществляется их патентование.

Методом исследования является оценка проекта, согласно Методическим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов.

Результаты и обсуждение. Трансформируемая мебель в зависимости от ее вида будет изготовлена из следующих основных материалов (табл. 1) [2].

Таблица 1 – Расход материалов на производство мебель-трансформер

Мебель	ЛДСП, м <sup>2</sup>	Труба профильная, м			Фанера, м <sup>2</sup>	Паролон / капролон	Ткань м <sup>2</sup>	Фурнитура
		30x30	30x40	30x60				
Стол-барная стойка	5	16	-	2	-	-	-	Комплект <sup>1</sup>
Кровать-стол	2	8	-	-	-	2м <sup>2</sup>	5	Комплект <sup>2</sup>
Диван-кровать-стол	2,5	30	0,5	-	3	6 м <sup>2</sup> /0,5 м	20	Комплект <sup>3</sup>
Шкаф-кровать	14	-	-	-	-	-	-	Комплект <sup>4</sup>

Прим.: <sup>1</sup>газлифт - 4 шт., крепеж - 50 шт., фтулки - 4 шт., замки - 4 шт., ручки - 2 шт.; <sup>2</sup>ручки - 5 шт, болты - 100 шт., подъемный механизм - 2 шт.; <sup>3</sup>болты - 50 шт., втулки - 4 шт., саморез - 50 шт, оси - 4 шт, подшипник №18 - 10 шт.; <sup>4</sup>болты - 100 шт., втулки - 4 шт., саморез - 50 шт, оси - 4 шт, подшипник №18 - 10 шт.

Проектирование типовых образцов трансформируемой мебели был осуществлен в программе «Компас 3D» (рис. 1) [2].

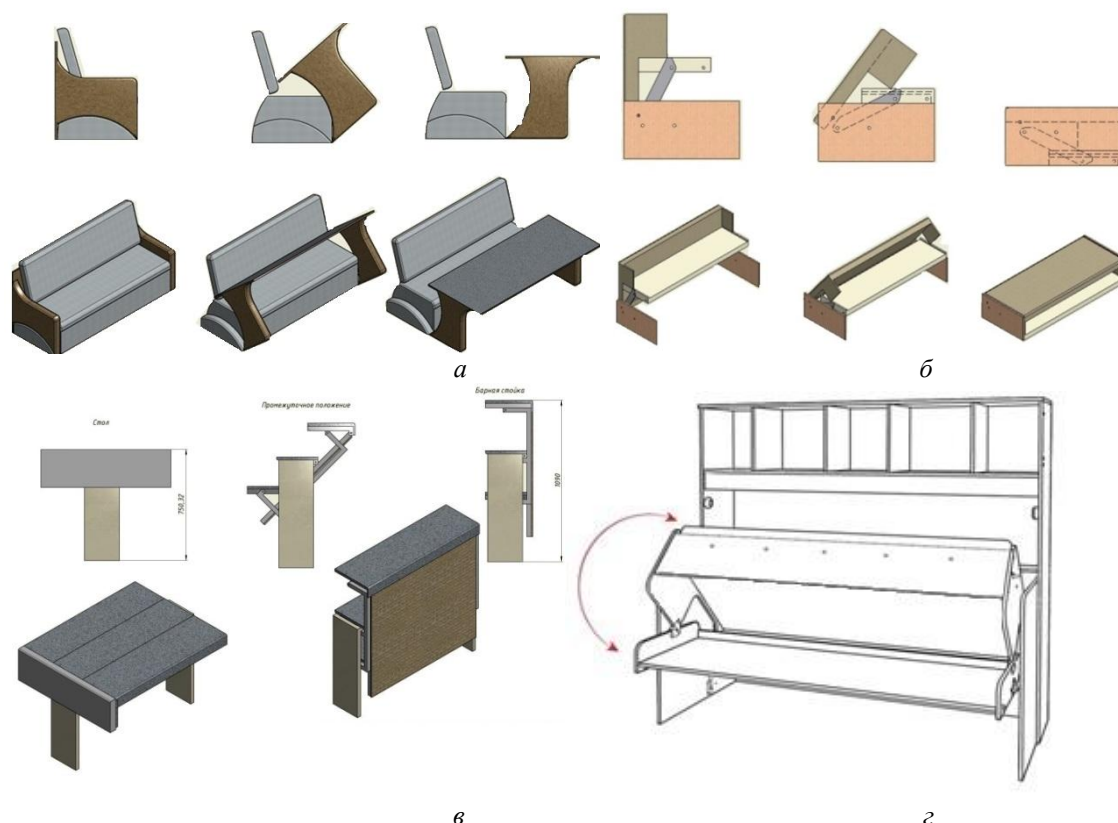


Рис. 1 – Чертежи типовых образцов трансформируемой мебели:  
а – диван - кровать-стол; б – кровать - стол; в – стол-барная стойка; г – шкаф-кровать

Проектирование мебели выполнено в компании «МастерПроект» ИП Савченко П.И.

Отличительные качества или уникальность трансформируемой мебели:

1. Возможность выбора материалов и фурнитуры;
2. Удобство и простота трансформации;
3. Рациональное использование площади комнаты / квартиры;
4. Многофункциональность системы (возможность трансформации мебели в зависимости от требований потребителя);
5. Гарантийный срок 3 года

Планируется организация производства трансформируемой мебели на заказ. В таблице 2. спланирован объем производства и реализации мебели.

Таблица 2 – Основные показатели производственной программы [2]

Показатель	тыс.руб.	Показатель	тыс.руб.
Производство		Прибыль от реализации	13 800
Шкаф-кровать, ед.	31	Коммерческие расходы	625
Диван-кровать-стол, ед.	31	Транспортные расходы	88
Кровать-стол, ед.	33	Рекламные расходы	54
Стол-барный стол, ед.	31	Заработная плата	544
Итого, ед.	126	Зарплата директора-инженера	336
Продажи шкаф-кровать	12 979	Зарплата рабочего	208
Продажи диван-кровать-стол	1 113	Коммунальные расходы	35
Продажи кровать-стол	426	Расходы на связь и интернет	22
Продажи стол-барный стол	505	Затраты на ремонт и инструмент	6,0
Услуги доставки и сборка	50	Бухгалтерские услуги	4,8
Итого	15 073	Прибыль до налогообложения	13 175
Себестоимость шкаф-кровать	167	Социальные отчисления (30%)	62,4
Себестоимость: диван-кровать-стол	745	Социальные отчисления ИП	42,4
Себестоимость: кровать-Стол	228	в т. ч. Фиксированные платежи ПФР	19,4
Себестоимость: стол-бар стол	133,3	Индивидуальные платежи ПФР	19,2
Итого	1 273	Взносы в ФФОМС	3,8
Выручка от реализации	15 073	УСН (15%)	2 054
Себестоимость продукции	1 273	Чистая прибыль	11 016

Контроль за сроками и качеством выполнения этапов запуска производства будет выполнять инженер-проектировщик компании «МастерПроект». Капитальные затраты в проект составят 1,25 млн. руб. (табл. 3) [2].

Таблица 3 – Капитальные затраты на оборудование и материалы

Тип оборудования	Количество, ед.	Стоимость, руб.
4х-осевой гравировально фрезерный станок «Моделист» 6090AL4х со шпинделем 1,5кВт с ЧПУ.	1	250 000
Коммерческий автомобиль «УАЗ Карго»	1	819 000
Станок деревообрабатывающий «Мастер-универсал» 2,5кВт	1	27 700
Станок токарный 1М61	1	70 000
Электроинструмент		
УШМ (болгарка) «Makita 9558 HNZ»	2	8 400
Электролобзик «Makita 4329»	2	7 600
Электродрель «Makita HP 1621 F»	2	8 600
Сверлильный станок «Prorab 2904»	2	24 800
Пила торцевая по металлу «Makita» 2414NB	2	22 800
Итого		1 238 900

Площадь помещений составит 150 м<sup>2</sup> в т. ч. производственный цех (50м<sup>2</sup>); склад и гараж (100 м<sup>2</sup>). На запуск производства потребуется 3 мес.

Таблица 4 – Показатели безопасности: корпусная мебель [3]

Наименование показателя	Значение	Трансформер
Прочность и деформируемость корпуса:		
- циклы нагружения	600	Стол-барная стойка Кровать-стол Шкаф-кровать
- деформация, мм, не более	3,0	
Прочность основания, циклы нагружения	500	
Прогиб свободнолежащих полок в расчете на 1 м длины, мм	<5,0	
Прочность полкодержателей, циклы нагружения	10	
Прочность верхних и нижних щитов под действием нагрузки, час	24	
Долговечность опор качения, циклы прокатывания:		
- при длине хода (500±50)мм	2500	
- при длине хода (250±25)мм	5000	
Двери с горизонтальной осью вращения		
Прочность крепления, циклы нагружения:	10	Шкаф-кровать
- деформация под нагрузкой, мм, не более	50,0	
- остаточная деформация, мм, не более	20,0	
Долговечность крепления, циклы нагружения	5000	
Ящики (полуящики)		
Усилие выдвигания ящиков, даН, не более	5,0	Кровать-стол Шкаф-кровать
Прочность ящиков:		
- при нагружении дна ящика, даН	Q+4,0	
- при вертикальном нагружении передней стенки ящика, циклы	10	
- при горизонтальном динамическом нагружении ящика, циклы	50	

Примечание: Q – расчетная эксплуатационная нагрузка

Изготавливаемая трансформируемая мебель подлежит декларированию на соответствие технического регламента Таможенного союза (табл. 4-5).

Таблица 5 – Показатели безопасности: столы письменные (рабочие) [3]

Наименование показателя	Значение	Мебель
Устойчивость, даН, не менее: вертикальная нагрузка	15,0	Стол-барная стойка Кровать-стол Диван-кровать-стол
-горизонтальная нагрузка	5,0	
-на дверь / на ящик	2,0/4,0	
-циклы нагружения / прогиб, мм, не более	10,0/10,0	
Прочность под действием длительной вертикальной нагрузки:		
-деформация под нагрузкой (прогиб), %, не более	1,0	
-остаточная деформация, мм, не более	2,0	
Прочность под действием ударной нагрузки: h падения груза, мм	80,0	
Жесткость: циклы нагружения 10 деформация, мм, не более	20,0	
Долговечность под действием горизонтальной нагрузки		
циклы нагружения 7500/10000 деформация, мм, не более	5,0/25,0	
Прочность при падении на пол: число падений/h падения, мм	10/150	
Долговечность опор качения, циклы прокатывания:	2500-5000	

Таким образом, проект трансформируемой мебели подлежит внедрению в производство, с последующей реализацией домохозяйствам, которые владеют квартирами-студиями, малогабаритными квартирами и комнатами.

#### Список литературы / References

1. ГОСТ Р 56920-2016 /ISO/IEC/IEEE 24765:2010 Системы и программотехника. Словарь. Введ. 2016-05.18 – М.: Стандартинформ, 2016. – 418 с.
2. Бизнес-план организации производства трансформируемой мебели. – Иркутск: МастерПроект, 2017. – 25 с.
3. Таможенный союз. Технический регламент. О безопасности мебельной продукции ТР ТС 025/2012: офиц. текст. – М.: Маркетинг, 2012. – 57 с.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. GOST R 56920-2016 / ISO/IEC/IEEE 24765:2010 Sistem i programmotekhnika. Slovar [Systems and software engineering.Vocabulary]. Vved. – 2016-05-18 – М.: Standartinform, 2016 – 418 p. [in Russian]
2. Biznes-plan organizacii proizvodstva transformiruemoi mebeli [The business plan of the organization of production of transformable furniture]. – Irkutsk: MasterProekt, 2017. – 25 p. [in Russian]
3. Tamojennei soyaz. Technicheskij reglament. O bezopasnosti mebelnoy produkcii TR TS 025/2012 [Custom Union.Technical regulation. On safety of furnite products]: the official text. – М.: Marketing, 2012 – 57 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.110>

Казakov А.С.

ORCID: 0000-0001-9941-0939, Аспирант,

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

**ИЗУЧЕНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАПИСИ И ТРАНСЛЯЦИИ ВИДЕО- И АУДИО-МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМУ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ****Аннотация**

Статья посвящена решению проблемы коммуникации преподавателя и ученика, разделенных территориально и по времени, при помощи системы дистанционного образования. Произведены практические изыскания решения в виде записи видео-лекций непосредственно с web-платформы системы и их последующей трансляции обучающимся. Приведены результаты внедрения полученных решений в продукт при помощи технологий RecordRTC и Node.js. Описана схема примененного метода авторизации между внутренними приложениями при переходе к микросервисной архитектуре.

**Ключевые слова:** дистанционное образование, WebRTC, Node.js, RecordRTC.

Kazakov A.S.

ORCID: 0000-0001-9941-0939, Postgraduate Student,

FSAEI of Higher education "Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin"

**STUDY AND IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGIES OF RECORDING AND TRANSFERING VIDEO AND AUDIO MATERIALS INTO THE SYSTEM OF ONLINE EDUCATION****Abstract**

The article is devoted to the solution of the problem of communication between a teacher and a student with the help of online education systems in case they are separated territorially and in time. Practical solution was developed in the form of recording video lectures directly with the help of the system web-platform and their subsequent broadcasting to students. The paper provides results of the solutions implementation with the help of RecordRTC and Node.js technologies. The applied method scheme of authorization in internal applications is described during its transition to micro-service architecture.

**Keywords:** online education, WebRTC, Node.js, RecordRTC.

Дистанционное образование в современном мобильном и постоянно изменяющемся мире – возможность в любое удобное время в любом удобном месте получать именно те знания, которые необходимы в текущий момент. На протяжении нескольких лет на базе кафедры проводятся работы по изучению данной области и созданию системы дистанционного обучения, отвечающей современным требованиям. Разрабатываемая платформа представляет собой web-приложение, написанное на языке Java. Интерфейсная часть приложения создана при помощи фреймворка Tapestry – объектно-ориентированного Java-каркаса для проектирования web-приложений, серверная часть – с применением фреймворка Spring. В основу хранилища информации была положена реализация базы данных средствами фреймворка Hibernate, предназначенного для решения задач объектно-реляционного отображения. Данная библиотека предоставляет лёгкий в использовании каркас для отображения объектно-ориентированной модели данных в традиционные реляционные базы данных. Отображение для данного приложения происходит в MySQL. На данный момент эта платформа прорабатывается в тестовом режиме и постоянно дополняется новыми технологиями и решениями, исходя из задач, возникающих в процессе исследования различных аспектов современного дистанционного образования.

На начальных стадиях разработки стояла задача предоставить пользователям системы возможности "живого" общения преподавателя и обучаемого, диалога и мгновенной обратной связи во время занятия, благодаря чему появился функционал для преподавателя назначить и "здесь и сейчас" провести видео-конференцию или онлайн-консультацию со своими учениками. Но данный функционал накладывает ограничения на условие получения знаний в любое время: преподаватель и ученики могут находиться в абсолютно разных и очень удаленных друг от друга географических точках, и им может быть неудобно или невозможно быть в сети в одно и то же время. Также существует вероятность того что, несколько онлайн-курсов могут проводиться одновременно, что сокращает возможность получения именно тех знаний, которые нужны ученикам. Если дополнительно рассматривать вопрос с точки зрения психофизиологических особенностей, то предлагаемое решение позволит учесть и различные периоды продуктивности у разных людей – кто-то лучше усваивает информацию утром, кто-то – вечером. Отсюда получаем вывод, что в текущем виде разработанный продукт не полностью соответствует основным принципам дистанционного образования. Поэтому для решения данной проблемы и снятия ограничений была поставлена задача: предоставить возможность преподавателю в любое удобное для него время записать видео-лекцию непосредственно в разработанной системе, не используя никакого дополнительного программного обеспечения; далее видео-файл автоматически загружается на сервер, и у обучающихся появляется доступ к размещенным материалам, которые они могут изучить в любое удобное для них время и получить обратную связь от преподавателя путем личных сообщений либо, при необходимости, назначив очную консультацию посредством видео-конференции. Таким образом, потребность онлайн-общения обеспечивается ранее разработанным механизмом видео-конференций, а необходимость обучения в любое время – сервисом записанных лекций.

Выбор технологии для реализации решения основывался на общих критериях всего проекта: открытость и бесплатность. Дополнительно рассматривалась возможность начать приводить архитектуру к микросервисной модели, отделив новый функционал в обособленную архитектурную единицу. Это позволит реализовать данный сервис при помощи любых подходящих технологий, а при необходимости в будущем – легко заменить его на любой другой, выполняющий те же функции. Кроме того стабильность данного сервиса, как и его возможный отказ, никак не смогут повлиять на основной функционал приложения [1].



В результате изысканий выбор был остановлен на технологии с открытым исходным кодом WebRTC, предназначенной для организации передачи потоковых данных между браузерами [2], при помощи которой ранее уже был реализован механизм веб-конференций, так как она полностью удовлетворяет заданным требованиям. В качестве базового фреймворка для проектирования решения под нужды приложения была использована библиотека RecordRTC [3], позволяющая записать видео-файл непосредственно в браузере и затем загрузить его на Node.js сервер. Использование данной технологии накладывает некоторые ограничения на систему: она позволяет работать с видео и аудио только в Mozilla Firefox и Google Chrome. Но по данным на март 2017 года эти два браузера занимают 70-90% от общей доли рынка [4, 5, 6], что позволяет принять эти ограничения в пользу удобства и полноты использования платформы. Данное решение позволило проектировать новый функционал как отдельный микросервис, не привязываясь к Java, как к основной технологии текущего приложения (рис. 1).

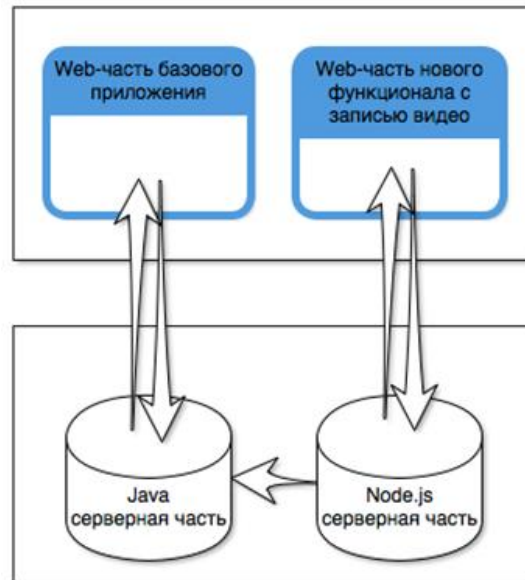


Рис. 1 – Схема полученного решения

Но данный механизм в текущем исполнении окажется неполным. Новая часть приложения находится в отрыве от основной и не имеет информации об авторизованном пользователе, в общем случае не имеет даже данных о том, авторизован ли он. Исходя из этого, возникла необходимость реализации функционала по передаче данных авторизационной сессии между частями приложения. Так как за авторизацию и хранение сессии отвечает основная часть приложения, то ей отводится новая роль авторизационного сервиса, и она должна иметь возможность по запросу передавать авторизационные данные пользователя внутренним приложениям. В результате был реализован следующий механизм: пользователю при авторизации в основном приложении выдается cookie с уникальным идентификатором, связанным с его авторизационной сессией, затем, когда он переходит в новую часть приложения, оно, зная значение этой cookie, идет на внутренний web-интерфейс приложения на Java, которое может выдать информацию, авторизован ли этот пользователь, и есть ли у него право (он – преподаватель) на запись видео (рис. 2).

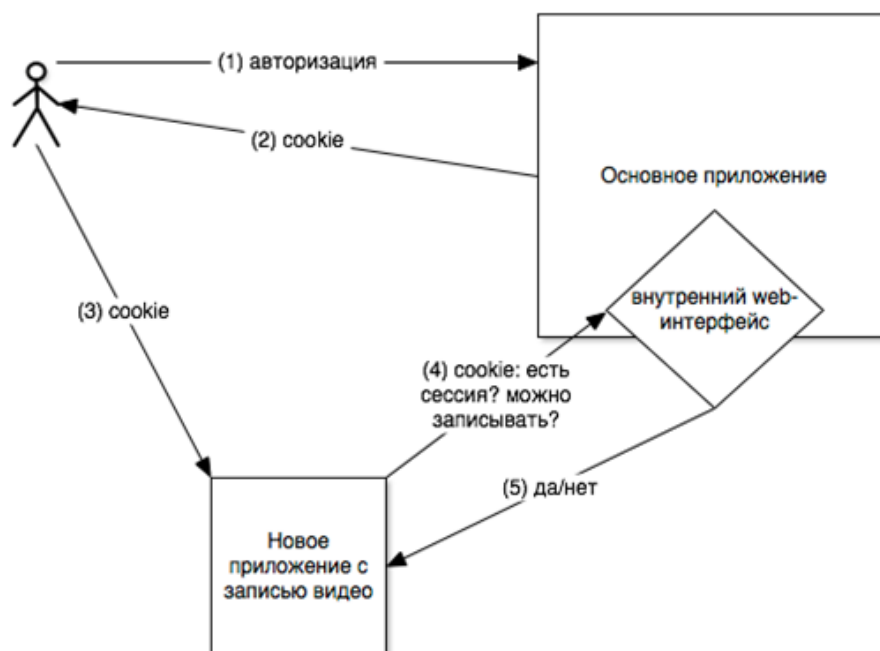


Рис. 2 – Схема проведения авторизации между сервисами

В такой схеме приложения в результате получаем следующий механизм работы:

1. Преподаватель имеет возможность непосредственно в web-приложении записать свою лекцию и загрузить её на сервер.
2. Затем она появляется в его списке «неотсортированных» видео-файлов, где он может привязать её к нужному учебному курсу и предоставить к ней доступ определенной группе своих учеников.
3. Ученик, зайдя на сайт, увидит у себя новую видео-лекцию и сможет с ней ознакомиться.

Таким образом, поставленная задача была выполнена. Произведен поиск и анализ новых инструментов для реализации программного решения. Изучены технологии WebRTC и Node.js в части записи и передачи видео- аудио-материалов. В приложении были реализованы тестовые наработки функционала, позволяющего решить проблему коммуникаций между преподавателями и учениками на больших расстояниях в разных временных зонах. Полученное решение позволяет наиболее полно использовать систему для нужд образования. Разработанный продукт удовлетворяет большую часть требований к подобным системам. В дальнейшем планируется доработка спроектированных решений и реализация функционала коммуникации между учеником и преподавателем по результатам изучения видео-урока посредством личных сообщений.

### Список литературы / References

1. Микросервисы [Электронный ресурс] // Wikipedia. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Микросервисы> (дата обращения: 01.04.2017).
2. WebRTC [Электронный ресурс] // Wikipedia. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WebRTC> (дата обращения: 15.04.2017).
3. RecordRTC [Электронный ресурс] // GitHub. – URL: <https://github.com/muaz-khan/RecordRTC/tree/master/RecordRTC-to-Nodejs> (дата обращения: 15.04.2017).
4. Browser Statistics [Электронный ресурс] // W3Schools. – URL: <https://www.w3schools.com/browsers/> (дата обращения: 20.04.2017).
5. Browser & Platform Market Share [Электронный ресурс] // W3Counter. – URL: <https://www.w3counter.com/globalstats.php> (дата обращения: 20.04.2017).
6. Desktop Browser Market Share [Электронный ресурс] // Net Market Share. – URL: <https://www.netmarketshare.com/browser-market-share.aspx?qprid=0&qpcustomd=0> (дата обращения: 20.04.2017).

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Mikroservisy [Microservices] [Electronic resource] // Wikipedia. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Микросервисы> (accessed: 01.04.2017). [in Russian]
2. WebRTC [Electronic resource] // Wikipedia. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WebRTC> (accessed: 15.04.2017).
3. RecordRTC [Electronic resource] // GitHub. – URL: <https://github.com/muaz-khan/RecordRTC/tree/master/RecordRTC-to-Nodejs> (accessed: 15.04.2017).
4. Browser Statistics [Electronic resource] // W3Schools. – URL: <https://www.w3schools.com/browsers/> (accessed: 20.04.2017).
5. Browser & Platform Market Share [Electronic resource] // W3Counter. – URL: <https://www.w3counter.com/globalstats.php> (accessed: 20.04.2017).
6. Desktop Browser Market Share [Electronic resource] // Net Market Share. – URL: <https://www.netmarketshare.com/browser-market-share.aspx?qprid=0&qpcustomd=0> (accessed: 20.04.2017).

*«Международный научно-исследовательский журнал» включен в систему **OpenAIRE**.*

**OpenAIRE** — европейская поисковая система по академическим материалам открытого доступа. Один из главнейших репозиториев научной информации в Европейском Союзе. Данная база позволяет увеличить цитируемость Ваших материалов в Европе.



DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.089>Княжеченко О.А.<sup>1</sup>, Бузова В.В.<sup>2</sup>, Шинкарева С.В.<sup>3</sup>, Селезнева Е.А.<sup>4</sup><sup>1,2</sup>Студент, <sup>3</sup>Кандидат биол. наук, доцент, <sup>4</sup>Ст. Преподаватель

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

**ПАШТЕТ «МОЛОЧНЫЙ» С КАБАЧКОМ И СУХОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКОЙ****Аннотация**

Одним из решений вопроса недостатка на рынке мясопродуктов полноценных изделий по пищевой и биологической ценности может стать создание сбалансированного продукта, на основе мяса как источника полноценного белка, обогащенного биологически активными веществами. В ходе исследования было решено вводить дополнительные ингредиенты в рецептуру кабачковую муку и молочную сыворотку. Рациональность использования именно этих компонентов обусловлена также химическим составом. По результатам исследования было выявлено, что значительно увеличилось содержание белка, так же содержание пищевых волокон увеличилось в 2,5 раза, за счет введения кабачка. Содержание жира снизилось в 1,5 раза.

**Ключевые слова:** паштет, кабачковое пюре, сыворотка молочная.

Kniazhechenko O.A.<sup>1</sup>, Buzova V.V.<sup>2</sup>, Shynkareva S.V.<sup>3</sup>, Selezneva E.A.<sup>4</sup><sup>1,2</sup>Student, <sup>3</sup>PhD in Biology, Associate Professor, <sup>4</sup>Senior Lecturer,

FSBEI of Higher Education "Volgograd State Technical University"

**LIVER PASTE "MILKY" WITH MARROW AND DRY MILK SERUM****Abstract**

One of the solutions to the issue of the lack of full culinary and biological value of meat products at the food market lies in the creation of a balanced product based on meat which can become a source of native protein enriched with biologically active substances. In the course of the research, mashed marrow and milk were added to the product as additional ingredients. Rational use of these components is also due to the chemical composition. According to the results of the study, protein content increased significantly, the content of dietary fiber increased by 2.5 times due to the introduction of the marrow. The fat content decreased by 1.5 times.

**Keywords:** liver paste, mashed marrow, milk serum.

В последнее время люди не получают с пищей эссенциальных нутриентов. Все чаще наблюдаются дефицит поступления в организм таких веществ как белок, витамины группы В, С, а также пищевых волокон. Недостаток поступления жизненно необходимых веществ наблюдается у людей, проживающих в крупных городах и мегаполисах. Из-за быстрого ритма жизни зачастую люди выбирают быстрый перекус. Увеличивают в своем рационе количество насыщенных жиров, употребляют в пищу так называемые «быстрые углеводы», и, как результат, употребляют в пищу слишком калорийные продукты. Следовательно, употребляя пищу с низкой биологической ценностью, они не получают необходимые витамины и микроэлементы. Поэтому проблема восполнения дефицита биологически активных веществ весьма актуальна.

На данный момент на рынке мясопродуктов представлено недостаточно изделий сбалансированного состава, высокой пищевой и биологической ценности, а также доступной цены для всех категорий потребителей. Одним из решений данного вопроса может стать создание сбалансированного продукта, на основе мяса как источника полноценного белка, обогащенного биологически активными веществами.

Исходя из сказанного, выбор был сделан в пользу паштетов. Поскольку паштет сам по себе является дешевым продуктом, в его рецептуру часто входят растительные компоненты, а также он обладает высоким выходом. Кроме того, он является привычным для русского человека продуктом и часто входит в повседневный рацион [1].

В качестве дополнительных ингредиентов было решено ввести в рецептуру кабачковую муку и молочную сыворотку. Рациональность использования именно этих компонентов обусловлена также химическим составом. С целью повышения содержания макро- и микроэлементов в паштет добавлена кабачковая мука. Перед добавлением в фарш муку гидратируют бульоном в соотношении 1:3. Кабачок — легкоусвояемый продукт, который насыщен витаминами, микроэлементами и не вызывает аллергии. Это позволяет использовать его в диетическом питании и даже для первого прикорма грудных детей. Овощ благотворно влияет на организм за счёт:

- высокого содержания железа — кабачок рекомендуется есть при анемии (малокровии);
- фосфора и кальция в составе — продукт укрепляет кости и зубы, препятствует развитию остеопороза, помогает быстрее срастаться переломам;
- витамина С, который укрепляет иммунитет;
- биологически активных компонентов, которые благотворно влияют на сердечно-сосудистую систему и снижают давление при гипертонии [2].

Также в рецептуру вводится гидратированная молочная сыворотка. Гидратацию сухого порошка сыворотки проводят в соотношении сыворотка : вода 1 : 3. Сыворотка — продукт переработки молока в творог или сыр. Состав молочной сыворотки богат витаминами: А, Е, С, витаминами группы В, причем жидкость содержит достаточно редкие формы витаминов В7 и В4. Польза молочной сыворотки организма проявляется в улучшении работы мозга, усилении памяти. Богата сыворотка кальцием, 1 литр напитка содержит суточную дозу кальция взрослого человека и 40% от нормы калия. Также сыворотка молока содержит ценные минеральные соли фосфора, магния. В составе этой жидкости до 200 наименований биологически активных веществ, которые самым благоприятным образом влияют на деятельность всех систем и органов в организме человека.

Употребление молочной сыворотки благотворно влияет на пищеварительный тракт, очищает кишечник, нормализует флору, выводит токсины, шлаки, стимулирует работу печени и почек. Также сыворотка влияет и на

надпочечники, которые вырабатывают гормоны стресса, при употреблении сыворотки работа улучшается, и выработка гормонов стресса без причины прекращается. В качестве основного мясного сырья были выбраны свинина и говядина. Дополнительно было решено ввести в рецептуру свиную печень, так как В 100 г продукта содержится: белки – 18,8 г; углеводы – 3,8 г; жиры – 4,7 г; фосфор – 347 мг; калий – 271 мг; железо – 20,2 мг; натрий – 81 мг и масса других полезных веществ. Также печень – классический ингредиент любого паштета. Рецепт паштета «Молочный» приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Рецепт паштета «Молочный»

Наименование ингредиента	Содержание, кг на 100 кг
Свинина полужирная	32
Говядина 1с	20
Печень свиная	15
Кабачковая мука	3
Вода на гидратацию кабачковой муки	9
Сухая молочная сыворотка	5
Вода на гидратацию сыворотки	15
Соль поваренная	1,9
Пряности	0,1

Паштет производится по стандартной технологии: после разделки и обвалки мясного сырья, оно бланшируется. Существует два способа изготовления паштетов: горячим и холодным способами. При холодном способе мясное сырье и субпродукты после варки или бланшировки направляются в охлаждающую камеру с целью достижения ими температуры 8°C. При горячем, сырье сразу, без охлаждения, направляется на дальнейшую обработку. Выбор был сделан в пользу именно горячего способа в силу того, что он менее затратен как в плане времени, так и по экономическим соображениям. После выработки опытных образцов паштета с применением добавки кабачковой муки и молочной сыворотки, а также контрольного образца без добавок, были проведены органолептические и физико-химические исследования паштетов. Результаты исследований приведены в таблицах 2 и 3. Внешний вид паштета и вариант сервировки приведен на рисунке.

Таблица 2 – Физико-химические показатели опытных образцов

Наименование объекта исследования	Физико-химические показатели		
	pH	влага, %	NaCl, %
паштет в оболочке «Молочный»	5,75	58,4	2,0
паштет в оболочке без кабачковой муки и молочной сыворотки	5,75	58,4	2,0

Таблица 3 – Органолептические показатели паштетов в оболочке

Наименование объекта исследования	Характеристика				
	внешний вид	консистенция	цвет на разрезе	вид на разрезе	запах и вкус
Паштет в оболочке «Молочный»	батоны с чистой, сухой поверхностью, без пятен, слипов, повреждений оболочки	мажущаяся, нежная	светло-коричневый	фарш равномерно перемешан, без серых пятен, пустот и содержит включения специй	нежный привкус печени, вкус в меру соленый с выраженным ароматом пряностей

В результате исследования органолептических показателей, было выявлено, что использование гидратированной кабачковой муки и сухой молочной сыворотки, способствует формированию в готовом продукте сбалансированного яркого вкуса и насыщенного аромата. Также добавки формируют высокие структурные показатели готового мясного продукта. Результаты исследования пищевой и энергетической ценности опытных образцов паштетов в оболочке приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели пищевой и энергетической ценности опытных образцов паштетов в оболочке

Наименование объекта исследования	Наименование показателя			
	Белок, %	Жир, %	Пищевые	Калорийность, ккал
Паштет в оболочке «Молочный»	20,88	11,50	1,54	219
Паштет в оболочке без кабачковой муки и молочной сыворотки	16,36	17,02	0,12	231,9

Анализ пищевой и энергетической ценности паштетов свидетельствует, что в образцах паштетов в оболочке с кабачковой мукой и сухой молочной сывороткой значительно увеличилось содержание белка, за счет высокого содержания протеина добавках, так же содержание пищевых волокон увеличилось в 2,5 раза, за счет введения кабачка. Содержание жира снизилось в 1,5 раза, что дает продукту статус диетического.

Сочетание в одном продукте сбалансированного содержания белков, жиров и углеводов, а также микро и макроэлементов, особенно калия и магния, благоприятно влияющих на сердечную мышцу, добавок растительного и животного происхождения, улучшающих пищеварение, низкое содержание жира, невысокой себестоимости продукта, открывает широкие перспективы внедрения и использования данного продукта.

#### Список литературы / References

1 Могильный, М. П. Современные подходы к производству мясных функциональных продуктов в общественном питании // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. Выпуск № 4 / 2008.

2 Бузова, В.В. Варёное колбасное изделие «Царица» / В.В. Бузова, Е.А. Селезнева, С.В. Шинкарева // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение. – ФГБОУ ВО «Воронежский гос. ун-т инженерных технологий». – Воронеж, 2016. – С. 350-352.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1 Mogil'nyj M. P. Sovremennye podhody k proizvodstvu mjasnyh funkcional'nyh produktov v obshhestvennom pitanii [Modern approaches to the production of functional meat products in public catering] // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija [News of higher educational institutions. Food technology]. –2008.V. 4. [in Russian]

2 Buzova, V.V. Varjonoe kolbasnoe izdelie «Carica» [Boiled sausage "Queen"] / V.V. Buzova, E.A. Selezneva, S.V. Shinkareva // Prodovol'stvennaja bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informacionnoe obespechenie. [Food security: scientific, personnel and information security] – FGBOU VO «Voronezhskij gos. un-t inzhenernyh tehnologij». ["Voronezh state University of engineering technologies"]. – Voronezh, 2016. – С. 350-352. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.017>

Литвин Н.В.<sup>1</sup>, Капустина Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент, <sup>2</sup>Старший преподаватель, Волгодонский инженерно-технический институт  
Филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИФФУЗИИ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ НА ОСНОВЕ ДРОБНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ПАДЕ

#### Аннотация

Приведены результаты вывода математической модели диффузии в полупроводниках с использованием дробно-дифференциального исчисления. Рассмотрены основные механизмы диффузионных процессов в полупроводниках. При этом причины возникновения этого эффекта могут носить различный характер. Анализ методов моделирования диффузии позволил установить, что феноменологический подход справедлив не для всех режимов диффузии, что обусловлено перколяционным характером ее протекания. Установлено, что одним из способов моделирования диффузии является использование дробно-дифференциальных уравнений. С учетом этого в работе предложена модель диффузии на основе аппроксимации Паде с приращением изменения концентрации по времени.

**Ключевые слова:** фрактал, полупроводник, перколяция, дробная производная, аппроксимация Паде, потенциальная энергия.

Litvin N.V.<sup>1</sup>, Kapustina N.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PhD in Engineering, Associate Professor, <sup>2</sup>Senior Teacher,  
National Research Nuclear University (Moscow Engineering Physics Institute) (MEPhI)

#### MATHEMATICAL MODEL OF DIFFUSION IN SEMICONDUCTORS BASED ON PADE FREQUENCY-DIFFERENTIAL APPROXIMATION

#### Abstract

The article contains the results of the mathematical model derivation of diffusion in semiconductors using fractional differential calculus. The main mechanisms of diffusion processes in semiconductors are considered. At that, the causes of this effect can be of different nature. The analysis of diffusion simulation methods enabled us to establish that the phenomenological approach is valid not for all diffusion modes, which is due to the percolation nature of its course. It is established that one of the ways of modeling diffusion is the use of fractional-differential equations. With this in mind, we propose a diffusion model based on the Padé approximant with an increment in concentration change over time.

**Keywords:** fractal, semiconductor, percolation, fractional derivative, Padé approximant, potential energy.

Электрофизические процессы, протекающие в полупроводниках, во многом обусловлены явлениями внутреннего переноса. Помимо тока проводимости, в полупроводниках имеет место диффузионный ток. Его существование обусловлено, в отличие от тока проводимости, не разностью потенциалов, а изменением концентрации носителей. Этот ток, также как ток проводимости может быть электронным или дырочным.

В случае равномерного распределения носителей по объему полупроводника их концентрация является равновесной. Однако при наличии внешних факторов распределении концентрации носителей может стать неравномерным, что приводит к появлению электрических эффектов. Так, если часть полупроводника подвергнуть действию излучения, то в ней усилится генерация пар носителей и возникнет дополнительная концентрация носителей. Такая концентрация называется избыточной. При этом носители всегда переходят из мест с более высокой концентрацией в места с меньшей концентрацией [1, С. 24-30] [2, С. 40].

Перемещение атомов вещества (примеси) в решетке кристалла происходит скачками. Эти скачки происходят в трех измерениях, и суммарный поток определяется статистическим усреднением за определенный период времени.

Для описания процессов переноса и диффузии существует множество апробированных подходов. Так, для случая модели кристаллических полупроводников используется классическое уравнение диффузии. Рассмотрим его представление для одномерного случая.

Рассмотрим элементарный объем, имеющий размер  $\Delta x$ . Уравнение баланса переноса носителей в нем будет иметь вид [3, С. 166]:

$$(c(x, t + \Delta t) - c(x, t))\Delta x = -(q(x + \Delta x, t) - q(x, t))\Delta t \quad (1)$$

где  $c(x, t)$  – концентрация вещества;

$q(x, t)$  – плотность потока переноса вещества;

$\Delta t$  – характерное время наблюдения.

Для плотности потока справедлив закон Фика:

$$q(x, t) = -D \frac{\partial c(x, t)}{\partial x} \quad (2)$$

В случае предельного перехода при  $\Delta x \rightarrow 0$ ,  $\Delta t \rightarrow 0$  имеет место известное уравнение диффузии:

$$\frac{\partial c(x, t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c(x, t)}{\partial x^2} \quad (3)$$

В этом случае распределение фронта носителей описывается гауссовой статистикой.

Другой подход к моделированию диффузии может состоять в использовании клеточно-автоматного подхода (КА) [7, С. 10].

Клеточные автоматы (КА) относятся к классу дискретных математических моделей. Они описывают шпирокий класс реальных систем вместе с протекающими в них процессами. Содержательно клеточный автомат является бесконечной автоматной структурой, построенной следующим образом. Пусть дано  $n$ -мерное евклидово пространство. Введем его разбиение на гиперкубы с единичным ребром. При этом сохраняется свойство параллельности ребер осям координат. В каждый гиперкуб поместим один и тот же конечный автомат  $n$  входами и одним выходом. Разветвим выход автомата и соединим с входами его соседей одинаковым образом для всех гиперкубов в пространстве. Получим бесконечную однородным образом устроенную автоматную схему, которая и называется клеточным автоматом.

Последовательность состояний отдельных автоматов, содержащую состояния всех автоматов схемы, будет образовывать состояние клеточного автомата. Последовательность состояний клеточного автомата, возникающая при синхронной работе всех составляющих его конечных автоматов, называется функционированием клеточного автомата.

Одной из КА-моделей диффузии является наивная диффузия [7, С. 10-25]. Она является достаточно простой моделью. Однако при этом она на качественном уровне интерпретирует процесс как о блуждание частиц. При этом перемещение частиц стремится сделать одинаковой концентрацию вещества в пространстве. Рассматриваемый КА функционирует в асинхронном режиме. Это отвечает природе процесса диффузии. Окрестностью клетки являются её ближайшие четыре соседа. Правило функционирования заключается в следующем. В пределах такта работы случайным образом выбирается ячейка. Она с равномерно распределенной вероятностью меняется своим значением с одной из клеток своей окрестности. Такое правило можно интерпретировать как закон сохранения массы. Случайность выбора окрестностных элементов отвечает вероятностному характеру перемещения частиц. Эта особенность отвечает в определению процесса диффузии [8, С. 1017], [9, С. 73].

Ещё одна из моделей КА-диффузии — КА-диффузия с окрестностью Марголуса [7, С. 35]. Клеточный массив разбивают на два подмножества. При этом подмножество представляет совокупность блоков, содержащих четыре клетки. Функционирование КА происходит в двухтактном синхронном режиме. Каждая итерация делится на два такта. На чётных тактах правила перехода применяются к чётным блокам, на нечётных — к нечётным. Правила перехода таковы, что выполняют сдвиг состояний в клетках блока равновероятно по часовой стрелке или против часовой стрелки. Управляя значениями вероятностей перехода и изменяя величины пространственных и временных шагов, можно моделировать процесс диффузии в широком диапазоне физических параметров [8, С. 76].

В [10, С. 112] рассматривается клеточно-автоматная модель рекомбинации. Область моделирования в ней носит дискретный характер и образует клеточное поле. Каждой клетке ставится в соответствие ее пространственное положение и состояние. Состояния клеток показывают наличие либо отсутствие в клетке частиц, участвующих в

моделируемом процессе. Изменение состояний определяется правилами, описывающими поведение моделируемой системы. КА-подход позволяет непосредственно исследовать влияние пространственного распределения частиц на характер процесса рекомбинации.

Клеточные автоматы обычно используются для математического моделирования в том случае, если применение разностных методов сопряжено с затруднениями и плохо описывается дифференциальными уравнениями. Пространственно-временная дискретность и локальность действия правил КА хорошо адаптируют их реализацию на ЭВМ. Это делает их применение более рациональным по сравнению с непрерывными, и даже с рядом дискретными систем. Кроме того, клеточные автоматы не требуют выполнения операций с плавающей запятой. Они могут использовать как логические, так и целочисленные операции. Это существенно упрощает компьютерные эксперименты по исследованию КА. Особенно заметен выигрыш во времени при реализации клеточных автоматов на специализированных вычислительных машинах, обладающих большим числом параллельных процессоров – машинах клеточных автоматов.

Однако одной из специфических особенностей диффузионных процессов в полупроводниках является то, что они могут протекать при наличии перколяции [4, С. 13-17], [5, С. 20-25].

Теория перколяции является одной из моделей, позволяющей описать фазовый переход второго рода и установить момент появления глобальной связности в двухфазной системе. Выводы эти применимы к широкому классу явлений. К ним можно отнести процессы переноса в пористой среде, распространение лесных пожаров и эпидемий, описание магнитооптических эффектов в полимерных и стеклянных матрицах, содержащих неоднородности в виде металлических или полупроводниковых включений.

Альтернативным обобщением производной является дробная производная [11, С. 15-25], [11, С. 20-30]. Для вещественного показателя  $\alpha$ , и функции  $f(x)$ , такой, что выполняется правило:  $f : (a, \infty) \rightarrow R$ , существует представление дробной производной по Риману-Лиувиллю [11, С. 20-30]:

$$D_{a+}^{\alpha} f(x) = \frac{1}{\Gamma(m-\alpha)} \left( \frac{d}{dx} \right)^m \int_a^x \frac{f(t)}{(x-t)^{\alpha-m+1}} dt, \quad m = [\alpha] + 1, \quad (4)$$

где  $a$  – вещественное число;  $x$  – текущая переменная.

Упрощением определений (4), (5) является определение Капуто, которое применимо для функций, таких, что операция дифференцирования может быть внесена под знак интеграла [12, С. 14-17]:

$${}^C D_{a+}^{\alpha} f(x) = \frac{1}{\Gamma(m-\alpha)} \int_a^x \frac{f^{(m)}(t)}{(x-t)^{\alpha-m+1}} dt, \quad m = [\alpha] + 1, \quad (5)$$

Наряду с (1)-(2) существует дискретное представление дробной производной, введенное А. Грюнвальдом и А.В. Летниковым как следующий предел [11, С. 17-23]:

$$\frac{\partial^{\alpha} f(x)}{\partial x^{\alpha}} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\Delta_h^{\alpha} f(x)}{h^{\alpha}}, \quad \Delta_h^{\alpha} f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} f(x - kh) \omega_k^{\alpha}, \quad \omega_k^{\alpha} = \frac{\Gamma(k-\alpha)}{\Gamma(-\alpha)\Gamma(k+1)}, \quad (6)$$

Отметим, что формула (3) в конечном приближении наиболее широко применяется при решении дифференциальных уравнений дробного порядка. Дробное дифференцирование можно рассматривать как дифференцирование на фрактальных множествах. Масштаб которых имеет степенную зависимость.

Дробно-дифференциальное представление диффузии в полупроводниках применяется достаточно давно. Так, уравнение диффузии свободных носителей с учетом захвата на локализованные состояния для времен, значительно превышающих время единичного захвата, имеет вид [13, С. 32-36], [14, С. 347]

$$\frac{\partial^{\alpha} c(x, t)}{\partial t^{\alpha}} = C^2 \frac{\partial^2 c(x, t)}{\partial x^2} \quad (7)$$

где  $\alpha$  – порядок дробной производной.

Уравнение (7) является обобщением уравнение классической диффузии (1). Задавая различные значения,  $\alpha$  можно отличать различные режимы переноса носителей.

В работе предлагается обобщение (7), основанное на применении дробно-дифференциальной аппроксимации Паде временного изменения концентрации носителей. Аппроксимации Паде относятся к классу локально наилучших рациональных аппроксимаций заданного степенного ряда. Они находят разнообразные приложения в различных задачах математической физики, механики и прикладной математики.

Применим к уравнению (1) преобразование Фурье по времени. Тогда получим следующее соотношение:

$$(e^{j\omega\Delta t} - 1)\hat{c}(x, \omega) = -(\hat{q}(x + \Delta x, \omega) - \hat{q}(x, \omega))\Delta t \quad (8)$$

где  $\hat{c}(x, \omega)$ ,  $\hat{q}(x, \omega)$  – фурье-образы концентрации  $c(x, t)$  и потока плотности  $q(x, t)$ .

Перепишем множитель в левой части следующим образом

$$(e^{j\omega\Delta t} - 1) = \frac{e^{\frac{j\omega\Delta t}{2}} - e^{-\frac{j\omega\Delta t}{2}}}{e^{-\frac{j\omega\Delta t}{2}}} \quad (9)$$

Тогда (8) примет следующий вид:

$$(e^{\frac{j\omega\Delta t}{2}} - e^{-\frac{j\omega\Delta t}{2}}) \hat{c}(x, \omega) = -e^{\frac{j\omega\Delta t}{2}} (\hat{q}(x + \Delta x, \omega) - \hat{q}(x, \omega)) \Delta t \quad (10)$$

Выполним дробно-дифференциальную аппроксимацию экспоненты в (10). Для этого воспользуемся соотношением:

$$e^{\lambda x} = 1 + \frac{\lambda^\alpha x^\alpha}{\Gamma(\alpha+1)} + \frac{\lambda^{2\alpha} x^{2\alpha}}{\Gamma(2\alpha+1)} + \dots + \frac{\lambda^{n\alpha} x^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha+1)} + \dots \quad (11)$$

Удерживая члены с первым порядком, будем иметь следующую аппроксимацию

$$\hat{k}(j\omega)^\alpha \hat{c}(x, \omega) = \left( 1 + \frac{(-\tau)^\alpha (j\omega)^\alpha}{\Gamma(\alpha+1)} \right) (\hat{q}(x + \Delta x, \omega) - \hat{q}(x, \omega)) \Delta t \quad (12)$$

$$\text{где } \tau = \frac{\Delta t}{2}, \quad \hat{k} = \frac{\tau^\alpha - (-\tau)^\alpha}{\Gamma(\alpha+1)}$$

Из физических соображений потребуем, чтобы выполнялось соотношение  $(-\tau)^\alpha = -\tau^\alpha$ . Тогда, выполняя обратное преобразование, окончательно получим

$$\frac{\tau^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha+1)} \frac{\partial^\alpha c(x, t)}{\partial t^\alpha} = D \frac{\partial^2 c(x, t)}{\partial x^2} - D \frac{\tau^\alpha}{\Gamma(\alpha+1)} \frac{\partial^\alpha}{\partial t^\alpha} \frac{\partial^2 c(x, t)}{\partial x^2} \quad (13)$$

Из вида модели (13) можно сделать вывод о том, что в процесс переноса носителей может вносить вклад скорость изменения градиента плотности потока, если под скоростью понимать дробную производную по времени. Из этого можно сделать вывод о том, что изменение плотности потока может влиять на характер релаксационных процессов при диффузии. Это, очевидно, будет способствовать более полному пониманию диффузионных процессов в дальнейшем.

#### Список литературы / References

- Гантмахер В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - С. 24-40.
- Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Электронные свойства легированных полупроводников. Монография. - М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979. - С.288-230
- Самарский А.А., Тихонов А.Н. Уравнения математической физики: Учебное пособие. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: Изд-во МГУ, 1999 г. - С.166
- Тарасевич Ю.Ю. Перколяция: теория, приложения, алгоритмы. Учебное пособие. М.: Эдиториал УРСС, 2002. - С. 13-17
- Федер Е. Фракталы: Пер. с англ. - М.: Издательство «Мир», 1991. - С.20-25
- Самко С. Г., Килбас А. А., Маричев О. И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Минск, Наука и техника, 1987. - 688 С.
- Тоффоли Т., Марголюс Н. Машины клеточных автоматов. М.: Мир, 1991. - 280 с.
- Г. Г. Малинецкий, М. Е. Степанцов, Моделирование диффузионных процессов с помощью клеточных автоматов с окрестностью Марголюса // Ж вычисл. матем. и матем. физ., 1998. - Т. 38. - № 6. - С. 1017-1020.
- Евсеев А. А., Нечаева О. И. Клеточно-автоматное моделирование диффузионных процессов на триангуляционных сетках // ПДМ. - 2009. - № 4(6). - С. 72-83.
- Сабельфельд К.К., Киреева А.Е. дискретное стохастическое моделирование рекомбинации электронов и дырок в 2D- и ЭБ-неоднородных полупроводниках // Прикладная дискретная математика. - 2016. - № 4 (34). - С. 110-127.
- Чуриков В.А. Дополнительные главы анализа. Дробное интегрирование и дробное дифференцирование на основе d-оператора: учебное пособие / Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. - 118 с.
- Псху А.В. Уравнения в частных производных дробного порядка. — М.: Наука, 2005. — 199 с.
- Сибатов Р. Т., Учайкин В. В. Дробно-дифференциальный подход к описанию дисперсионного переноса в полупроводниках // Успехи физических наук. - 2009. - Т.179. - №10. - С. 1079-1104.
- Сибатов Р. Т., Учайкин В. В. Дробно-дифференциальная кинетика переноса заряда в неупорядоченных полупроводниках // Физика и техника полупроводников, 2007. - Т.41. - № 3. - С. 346-351.

#### Список литературы на английском языке / References in English

- Gantmaher V.F. Jelektrony v neuporjadochennyh sredah [Electrons in the disorder environments]. - М.: FIZMATLIT, 2013. - P.24-40 [in Russian]
- Shklovskij B.I., Jefros A.L. Jelektronnye svojstva legirovannyh poluprovodnikov. Monografija [Electronic properties of doped semiconductors. Monograph] - М.: Nauka, Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoy literatury [M.: Science, Principal edition of physical and mathematical literature], 1979. - P. 288-230 [in Russian]
- Samarskij A.A., Tihonov A.N. Uravnenija matematicheskoy fiziki: Uchebnoe posobie. - 6-e izd., ispr. i dop. [Equations of mathematical physics: Manual. - 6th edition corrected and additional] - М.: Izd-vo MGU [MSU publishing house, 1999.], 1999. - P. 166 [in Russian]
- Tarasevich Ju.Ju. Perkolyacija: teorija, prilozhenija, algoritmy. Uchebnoe posobie [Perkolyation: theory, appendices, algorithms. Manual]. М.: Editorial URSS [Editorial URSS], 2002. - P. 13-17 [in Russian]
- Feder E. Fraktaly [Fractals]: Per. s angl.-М.: Izdatelstvo «Mir», 1991. - P. 20-25[in Russian]



6. Samko S. G., Kilbas A. A., Marichev O. I. Integraly i proizvodnye drobnogo porjadka i nekotorye ih prilozhenija [Integrals and derivatives of a fractional order and some of their appendices]. Minsk, Nauka i tehnika [Minsk, Science and technology], 1987. – 688 P. [in Russian]
7. Churikov V.A. Dopolnitel'nye glavy analiza. Drobnoe integrirovanie i drobnое differencirovanie na osnove d-operatora: uchebnoe posobie [Additional chapters of the analysis. Fractional integration and fractional differentiation on the basis of the d-operator: manual] / Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta [Tomsk: Publishing house of the Tomsk polytechnical university], 2010. – 118 P. [in Russian]
8. Toffoli T., Margolus N. Mashiny kletochnyh avtomatov [Machines cellular automata]. M.: Mir, 1991. – 280 P. [in Russian]
9. G. G. Malineckij, M. E. Stepancov, Modelirovanie diffuzionnyh processov s pomoshh'ju kletochnyh avtomatov s okrestnost'ju Margolusa [Simulation of diffusion processes using cellular automata with a neighborhood of Margolus] // Zh vychisl. matem. i matem. fiz. [W comp. mod. and mod. Phys.]. - 1998. V. 38. № 6. P. 1017–1020. [in Russian]
10. Evseev A. A., Nechaeva O. I. Kletочно-автоматное моделирование диффузионных процессов на триангуляционных сетках [Cellular automata modeling of diffusion processes into triangulated meshes] // PDM. - 2009. - № 4(6). - P. 72-83. [in Russian]
11. Sabel'fel'd K.K., Kireeva A.E. Diskretnoe stohasticheskoe modelirovanie rekombinacii jelektronov i dyrok v 2D- i JeB-neodnorodnyh poluprovodnikah [discrete stochastic simulation of recombination of electrons and holes in 2D and EB-inhomogeneous semiconductors] // Prikladnaja diskretnaja matematika [Journal of Applied discrete mathematics]. - 2016. – P. 110-127. [in Russian]
12. Pshu A.V. Uravnenija v chastnyh proizvodnyh drobnogo porjadka [The equations in private derivatives of a fractional order]. – M.: Nauka [M.: Science], 2005. . – 199 P. [in Russian]
13. Sibatov R. T., Uchajkin V. V. Drobno-differencial'nyj podhod k opisaniju dispersionnogo perenosа v poluprovodnikah [Fractional and differential approach to the description of dispersing transfer in semiconductors] // Uspehi fizicheskikh nauk [Achievements of physical sciences]. - 2009. – V.179. - №10. - P. 1079-1104. [in Russian]
14. Sibatov R. T., Uchajkin V. V. Drobno-differencial'naja kinetika perenosа zarjada v neuporjadochennyh poluprovodnikah [Fractional and differential kinetics of transfer of a charge in the unregulated semiconductors]// Fizika i tehnika poluprovodnikov [Physics and technique of semiconductors]. - 2007. – V.41, № 3. - P. 346-351. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.094>

Литвинова Э.В.

ORCID: 0000–0001–5549–5627, кандидат технических наук,

Академия строительства и архитектуры

ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского»

#### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

*Аннотация*

*Предлагается применение метода конечных разностей для решения динамических задач строительной механики на примере динамического изгиба жестко заземленной призматической балки под действием внезапно приложенной равномерно распределенной нагрузки, неизменной во времени. В методе конечных разностей область непрерывного изменения аргумента заменяется конечным (дискретным) множеством узлов, называемым сеткой. Метод конечных разностей – сеточный метод, основанный на замене производных разностными отношениями, прост и удобен для вычислений.*

**Ключевые слова:** метод конечных разностей, сеточные функции, разностная схема, динамическое приложение нагрузки.

Litvinova E.V.

ORCID: 0000–0001–5549–5627, PhD in Engineering, Academy of Construction and Architecture V.I. Vernadsky Crimean Federal University

#### APPLICATION OF FINITE DIFFERENCES METHOD FOR DYNAMIC PROBLEMS SOLUTION

*Abstract*

*The article proposes the application of finite differences method for solving the dynamic problems of building mechanics with the help of dynamic bending of a rigidly clamped prismatic beam under the impact of a suddenly applied uniformly distributed load, unchanged in time. In the method of finite differences, the domain of continuous change of the argument is replaced by a finite (discrete) set of nodes, called a grid. Finite differences method – the grid method, based on the replacement of derivatives by differencing ratios, is simple and convenient for calculations.*

**Keywords:** finite difference method, grid functions, differencing scheme, dynamic load application.

Решение сложных инженерных задач, относящихся к предметной области науки о прочности и устойчивости строительных конструкций, существенно упрощается благодаря моделированию. Математические модели строительных конструкций представляют собой условия равновесия конструкций и ее узлов, выраженные в дифференциальной или интегральной форме, под действием различного рода нагрузок.

Рассмотрим один из методов дискретизации аналитических моделей функционирования строительных конструкций – метод конечных разностей (МКР).

Пусть на отрезке  $[0; l]$  требуется найти решение некоторого уравнения

$$L(x) = f(x), \quad 0 \leq x \leq l \quad (1)$$

где  $L$  – некоторый дифференциальный оператор.

Будем предполагать, что решение  $y(x)$  уравнения (1) имеет необходимое число производных. Для его решения применим МКР [1 – 3].

В МКР область непрерывного изменения аргумента заменяется конечным (дискретным) множеством узлов, называемым сеткой. Сетку вводят следующим образом. Отрезок изменения аргумента  $[0; l]$  разбивают на  $n$  равных частей длиной  $h = l/n$  каждая. Сами точки  $x_i$  называются узлами сетки. На сетке вместо функции непрерывного аргумента  $y(x)$  рассматриваются функции дискретного аргумента  $y(x_i) = y_i$ , определяемые в узлах сетки и называемые сеточными функциями. Производные заменяются (аппроксимируются) соответствующими разностными отношениями, то есть линейной комбинацией значений сеточной функции в нескольких узлах [1, 3].

Необходимо найти разностный аналог производной функции  $y(x)$  в касательной к кривой в точке. Это можно сделать с помощью замены истинной производной следующими разностными отношениями [3]:

$$\frac{dy}{dx} \approx \begin{cases} \frac{y_i - y_{i-1}}{h}; \\ \frac{y_{i+1} - y_i}{h}; \\ \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2h}. \end{cases} \quad (2)$$

Первое выражение в (2) определяет левую одностороннюю разностную производную, второе выражение – правую одностороннюю разностную производную, третье – двустороннюю разностную производную.

Очевидно, располагая выражением для первой производной, можно выписать разностные аналоги и для производных высших порядков [3]:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 y}{dx^2} &\approx \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{h^2}; \\ \frac{d^3 y}{dx^3} &\approx \frac{y_{i+2} - 2y_{i+1} + 2y_{i-1} - y_{i-2}}{2h^3}; \\ \frac{d^4 y}{dx^4} &\approx \frac{y_{i+2} - 4y_{i+1} + 6y_i - 4y_{i-1} + y_{i-2}}{h^4} \end{aligned}$$

Заменяя в дифференциальном уравнении производные их разностными аналогами, приходим к разностному уравнению относительно узловых неизвестных, которое вместе с разностными краевыми условиями, называют разностной схемой.

Часто при решении задач с помощью МКР (главным образом при аппроксимации граничных условий) используют правые и левые разности, аналогичные по точности аппроксимации центральным разностям. Приведем без вывода наиболее характерные из них [3]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dy(0)}{dx} &\approx \frac{1}{2h}(-3y_0 + 4y_1 - y_2); \\ \frac{dy(l)}{dx} &\approx \frac{1}{2h}(3y_n - 4y_{n-1} + y_{n-2}); \\ \frac{d^2 y(0)}{dx^2} &\approx \frac{1}{h^2}(2y_0 - 5y_1 + 4y_2 - y_3); \\ \frac{d^2 y(l)}{dx^2} &\approx \frac{1}{h^2}(-2y_n + 5y_{n-1} - 4y_{n-2} + y_{n-3}); \\ \frac{d^3 y(0)}{dx^3} &\approx \frac{1}{2h^3}(-5y_0 + 18y_1 - 24y_2 + 14y_3 - 3y_4); \\ \frac{d^3 y(l)}{dx^3} &\approx \frac{1}{2h^3}(5y_n - 18y_{n-1} + 24y_{n-2} - 14y_{n-3} + 3y_{n-4}). \end{aligned} \right\}$$

Для исключения грубых ошибок при построении разностных схем полезно помнить, что сумма коэффициентов в рассмотренных выражениях для разностных аналогов производных, должна равняться нулю.

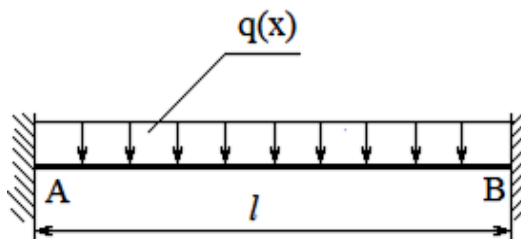


Рис. 1 – Схема крепления и нагружения балки

Применение МКР для решения динамических задач покажем на примере динамического изгиба жестко зашпеленной призматической балки (рис. 1), под действием внезапно приложенной равномерно распределенной нагрузки, неизменной во времени  $q_0(t) = q_0 \cdot H(t)$ . Здесь  $H(t)$  – единичная функция Хэвисайда

$$H(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ 1 & \text{при } t \geq 0. \end{cases}$$

Схема задачи, показанная на рис. 1, отличается в динамическом приложении нагрузки. До приложения нагрузки балка неподвижна и не имеет прогиба.

Динамика системы с внезапным приложением нагрузки описывается дифференциальным уравнением

$$EJ \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = q_0 H(t) - m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}. \quad (3)$$

Здесь:  $m = \rho A$  – погонная масса;  $\rho$  – плотность материала;  $A$  – площадь поперечного сечения;  $E$  – модуль Юнга;  $J$  – момент инерции поперечного сечения;  $w$  – величина прогиба балки;  $x$  – горизонтальная координата вдоль оси балки.

Если предположить, что колебания системы происходят при наличии сил сопротивления, пропорциональных скорости движения поперечных сечений балки, то уравнение (3) можно записать так

$$m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \alpha \frac{\partial w}{\partial t} = q_0 H(t) - EJ \frac{\partial^4 w}{\partial x^4}, \quad (4)$$

где  $\alpha$  – коэффициент сопротивления. Уравнение (3) необходимо дополнить начальными и граничными условиями:

$$w(x, 0) = 0; \quad \dot{w}(x, 0) = 0; \quad (5)$$

$$w(0, t) = w'(0, t) = w(l, t) = w'(l, t) = 0. \quad (6)$$

Применим для решения краевой задачи (4) – (6) МКР. Выберем на плоскости  $xOt$  ( $x$  – координата,  $t$  – время) прямоугольную равномерную сетку с шагами  $h_x$  и  $h_t$ . Искомые сеточные функции  $w_j^i$  ( $j$  – номер шага по координате  $x$ ,  $i$  – номер шага по времени  $t$ ,  $w(x, t)$  – итоговая функция прогиба балки). Для аппроксимации производных, входящих в уравнение (4), а также граничных и начальных условий применим формулы центральных конечных разностей:

$$\left. \begin{aligned} (\dot{w})_j^i &= \frac{w_j^{i+1} - w_j^{i-1}}{2h_t}; & (\ddot{w})_j^i &= \frac{w_j^{i+1} - 2w_j^i + w_j^{i-1}}{h_t^2}; \\ (w')_j^i &= \frac{w_{j+1}^i - w_{j-1}^i}{2h_x}; & (w'')_j^i &= \frac{w_{j+1}^i - 2w_j^i + w_{j-1}^i}{h_x^2}; \\ (w''')_j^i &= \frac{w_{j+2}^i - 4w_{j+1}^i + 6w_j^i - 4w_{j-1}^i + w_{j-2}^i}{h_x^4} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Разделим (4) на массу  $m$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \frac{\alpha}{m} \frac{\partial w}{\partial t} = \frac{q_0}{m} H(t) - \frac{EJ}{m} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4}. \quad (8)$$

Подставим выражения (7) и граничные условия (5) и (6) в уравнение (8). Получим систему алгебраических уравнений относительно сеточных функций  $w_j^i$  внутри области ( $j = 1, 2, 3, \dots, N-1$ ) в момент времени  $i$

$$\begin{aligned} & \frac{w_j^{i+1} - 2w_j^i + w_j^{i-1}}{h_t^2} + \frac{\alpha}{m} \frac{w_j^{i+1} - w_j^{i-1}}{2h_t} = \\ &= \frac{q_0}{m} - \frac{EJ}{m} \frac{w_{j+2}^i - 4w_{j+1}^i + 6w_j^i - 4w_{j-1}^i + w_{j-2}^i}{h_x^4}. \end{aligned} \quad (9)$$

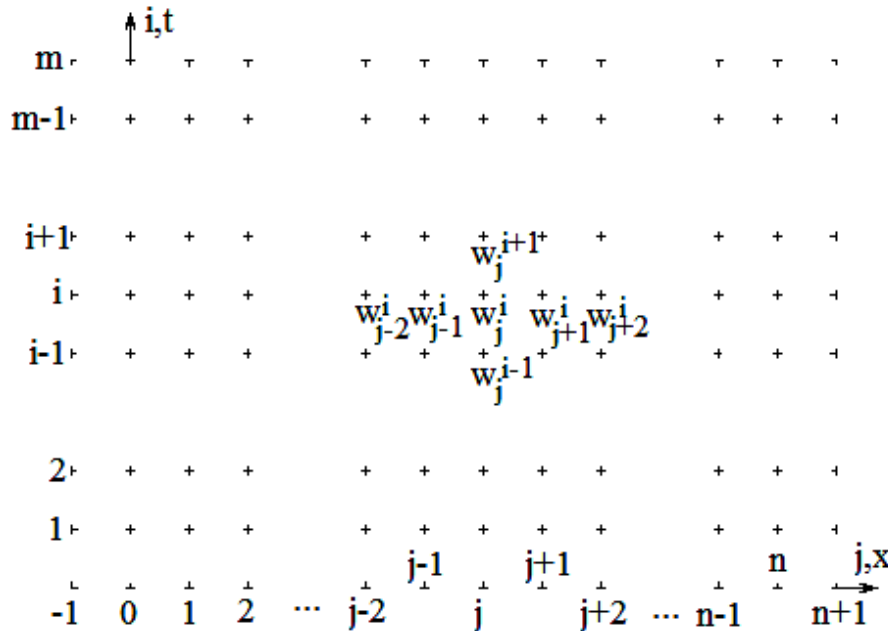


Рис. 2 – Двумерная разностная сетка

Как видно из выражения (9), в точке на плоскости  $xOt$  с координатами  $(j, i)$  ее прогиб формируется с помощью семи узловых точек, образующих на плоскости «крест» (рис. 2). При этом значение узловой переменной на новом шаге по времени ( $w_j^{i+1}$ ) может быть явно выражено из уравнения (9). Поэтому разностную схему (9), построенную с помощью соотношений (7) называют явной разностной схемой типа «крест»

$$w_j^{i+1} = \frac{1}{1 + \frac{\alpha h_t}{2m}} \left\{ 2w_j^i - \left( 1 - \frac{\alpha h_t}{2m} \right) w_j^{i-1} + \right. \\ \left. + h_t^2 \left[ \frac{q_0}{m} - L_x(w_j^i) \right] \right\}. \quad (10)$$

Здесь

$$L_x = \frac{EJ}{m} \frac{w_{j+2}^i - 4w_{j+1}^i + 6w_j^i - 4w_{j-1}^i + w_{j-2}^i}{h_x^4}.$$

Граничные условия (6) не зависят от времени и могут быть записаны следующим образом:

$$w_0^i = w_N^i = 0; \quad w_{-1}^i = w_1^i; \quad w_{N+1}^i = w_{N-1}^i; \quad i = 0, 1, 2, \dots, i, \dots, M \quad (11)$$

Из начальных условий (5) имеем

$$\dot{w}_j^0 = w_j^0 = 0; \quad (j = \overline{0, N}).$$

Для замыкания системы нам необходимо получить значения узловых перемещений  $w_j^i$  на первом шаге по времени ( $i = 1$ ). Они могут быть найдены при помощи разложения в ряд Тейлора с учетом начальных условий (10)

$$w_j^1 = w_j^0 + \dot{w}_j^0 h_t + \ddot{w}_j^0 \frac{h_t^2}{2} + O(h_t^3).$$

Для определения  $\ddot{w}_j^0 = w_j(0)$  воспользуемся уравнением (8). Тогда

$$\ddot{w}_j(0) = F_j(0) - \frac{\alpha}{m} \dot{w}_j^0, \text{ где } F_j(0) = \frac{q_0}{m} - \frac{EJ}{m} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4}.$$

Отсюда следует, что  $w_j^1 = O(h_t^2)$ .

Таким образом, имеем разностное уравнение (10), граничные условия (11) и начальные условия для первого и второго слоя разностной схемы

$$w_j^0 = w_j^1 = 0; \quad (j = \overline{-1, N+1}),$$

которые аппроксимируют краевую задачу (8) с граничными и начальными условиями с точностью до величины  $O(h_x^2 + h_y^2)$ .

Определим прогиб балки, что позволит получить сравнительный анализ напряженно-деформированного состояния конструкции при статическом и динамическом видах нагружения. В качестве динамической нагрузки примем равномерно распределенную нагрузку, но приложенную внезапно. В этом случае коэффициент динамичности равен двум.

Кроме того, не будем учитывать внутреннее сопротивление конструкции. Тогда уравнение движения балки (4) примет вид

$$\begin{aligned} m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= q - EJ \frac{\partial^4 w}{\partial x^4}, \text{ или} \\ \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= \frac{EJ}{m} \left( q_0 - \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} \right). \end{aligned} \quad (12)$$

Здесь  $q_0 = q/EJ$ .

Зададим исходные данные:  $q = 10000$  Н/м – погонная нагрузка,  $l = 5$  м – длина балки,  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па – модуль упругости,  $[\sigma] = 160 \cdot 10^6$  Па – допускаемое напряжение.

Максимальный изгибающий момент в месте жесткой заделки балки  $M = 0,08ql^2 = 20000$  Нм. Допускаемый момент сопротивления для данных условий составляет  $W = M/[\sigma] = 0,000125$  м<sup>3</sup> = 125 см<sup>3</sup>. Пусть балка имеет двутавровое сечение. Тогда из таблицы сортаментов выбираем двутавр № 18, для которого:  $W = 143$  см<sup>3</sup>,  $J = 1290$  см<sup>4</sup>,  $A = 23,4$  см<sup>2</sup> – площадь поперечного сечения. Погонная масса балки при значении плотности материала  $\rho = 7874$  кг/м<sup>3</sup> составляет  $m = 18$  кг. Прогиб балки при статической нагрузке в фиксированных сечениях составляет:

$$w_1 = h^4 q_0 = 0,00388 \text{ м}, \quad w_2 = 2h^4 q_0 = 0,00776 \text{ м}.$$

Перейдем к динамическому расчету. Разобьем балку по длине на пять равных отрезков ( $h_x = 1$  м).

Применим МКР к уравнению (12), получим четыре уравнения:

$$\left. \begin{aligned} w_1^{i+1} &= 2w_1^i - w_1^{i-1} + \frac{EJ}{m} h_t^2 (q_0 - 7w_1^i + 4q_2^i - w_3^i), \\ w_2^{i+1} &= 2w_2^i - w_2^{i-1} + \frac{EJ}{m} h_t^2 (q_0 + 4w_1^i - 6w_2^i + 4w_3^i - w_4^i), \\ w_3^{i+1} &= 2w_3^i - w_3^{i-1} + \frac{EJ}{m} h_t^2 (q_0 - w_1^i + 4w_2^i - 6w_3^i + 4w_4^i), \\ w_4^{i+1} &= 2w_4^i - w_4^{i-1} + \frac{EJ}{m} h_t^2 (q_0 - w_2^i + 4w_3^i - 7w_4^i). \end{aligned} \right\} \quad (*)$$

Систему (\*) удобно решать на ПК, причем в начальный момент времени все прогибы равны нулю. В результате расчета колебательного процесса без затухания получены максимальные значения прогибов балки в соответствующих ее сечениях:  $w_1 = 0,00737$  м,  $w_2 = 0,0158$  м. Обозначенные прогибы в два раза больше, чем при статической нагрузке, то есть соответствуют коэффициенту динамичности.

Вполне естественно, что максимальный изгибающий момент в заделке балки должен быть в два раза больше, т. е.  $M(0) = EJ2w_1/h_x^2 = 40000$  Нм,

$$\text{а напряжение } \sigma = \frac{M(0)}{W} = 280 \cdot 10^6 \text{ Па} > [\sigma].$$

С целью обеспечения прочности балки при заданной динамической нагрузке необходимо определить допускаемый момент сопротивления сечения  $W = M(0)/[\sigma] = 250 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup> = 250 см<sup>3</sup>. Из сортамента выбираем двутавр № 22а:  $W = 254$  см<sup>3</sup>,  $J = 2790$  см<sup>4</sup>,  $A = 32,8$  см<sup>2</sup>,  $m = 25,8$  кг. При таких условиях решение динамической задачи даст:  $w_1 = 0,00344$  м,  $w_2 = 0,00731$  м.

При этом  $M(0) = 38390$  Нм,  $\sigma = 151 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma]$ .

Таким образом, условия прочности удовлетворяются.

Рассматриваемая схема проста и удобна для вычислений.

**Список литературы / References**

1. Курамшина Р.П. Численные методы в строительстве и их реализация: учебное пособие / Р.П. Курамшина. – Братск: ГОУВПО «Братский государственный университет», 2010. – 104 с.
2. Чемодуров В.Т. Методы теории планирования эксперимента в решении технических задач: монография / В.Т. Чемодуров, В.В. Жигна. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2012. – 110 с.
3. Чемодуров В.Т. Численные методы в строительстве: учебное пособие / В.Т. Чемодуров, М.С. Сеитжелилов. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2016. – 112 с.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Kuramshina R.P. Chislennyye metody v stroitel'stve i ih realizaciya: uchebnoye posobie [Numeral methods in building and their realization: train aid] / R.P. Kuramshina. – Bratsk: GOUVPO «Bratskiy gosudarstvennyy universitet» [Bratsk State University], 2010. – 104 p. [in Russian]
2. Chemodurov V.T. Metody teorii planirovaniya jeksperimenta v reshenii tehniceskikh zadach: monografiya [Methods of theory of planning of experiment are in the decision of technical tasks: monograph] / V.T. Chemodurov, V.V. Zhigna. – Simferopol': IT «ARIAL», 2012. – 110 p. [in Russian]
3. Chemodurov V.T. Chislennyye metody v stroitel'stve (dlja studentov vseh special'nostej ochnoj i zaocnoj form obuchenija): uchebnoye posobie [Numeral methods are in building: train aid] / V.T. Chemodurov, M.S. Seitzhelilov. – Simferopol': IT «ARIAL», 2016. – 112 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.079>Логачев В.Г.<sup>1</sup>, Карякин Ю.Е.<sup>2</sup>, Игнатова А.М.<sup>3</sup>, Любыкина Е.А.<sup>4</sup><sup>1</sup>Доктор технических наук, профессор, Тюменский индустриальный университет<sup>2</sup>Кандидат технических наук, доцент, Тюменский государственный университет<sup>3</sup>Магистрант, Тюменский индустриальный университет<sup>4</sup>Бакалавр, Тюменский государственный университет**ПРОБЛЕМА ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ПЕРЕВОДОВ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ****Аннотация**

Приведены данные о росте в настоящее время несанкционированных переводов денежных средств. Обоснована необходимость разработки математической модели процесса мониторинга банковских транзакций и программного обеспечения на ее основе. Установлены параметры математической модели программного модуля. На основе частных критериев предложен интегральный критерий для их использования в системе фрод-мониторинга. Результаты исследований полученной модели показали, что удалось повысить количество выявленных несанкционированных переводов, а также снизить количество ошибочно отклоненных транзакций.

**Ключевые слова:** математическая модель, транзакция, несанкционированный перевод, банковские системы, фрод-мониторинг, критерии.

Logachev V.G.<sup>1</sup>, Karyakin Y.E.<sup>2</sup>, Ignatova A.M.<sup>3</sup>, Lyubyakina E.A.<sup>4</sup><sup>1</sup>PhD in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen<sup>2</sup>PhD in Engineering, Associate professor, Tyumen State University<sup>3</sup>Graduate student, Industrial University of Tyumen, <sup>4</sup>Student, Tyumen State University**PROBLEM OF CHOICE OF CRITERIA FOR THE CONSTRUCTION OF A MATHEMATICAL MODEL OF UNAUTHORIZED CASH TRANSFER PREVENTION IN THE SYSTEMS OF REMOTE BANKING MAINTENANCE****Abstract**

The article provides data on the growth of currently unauthorized cash transfer. The necessity of the development of a mathematical model of the process of banking transactions monitoring as well as software based on it is substantiated in the paper. The parameters of the mathematical model of the program module are established. On the basis of particular criteria, an integral criterion for their use in fraud monitoring systems is proposed. The results of studies of the obtained model showed that it was possible to increase the number of identified unauthorized transfers and reduce the number of erroneously rejected transactions.

**Keywords:** mathematical model, transaction, unauthorized transfer, banking systems, fraud monitoring, criteria.

Получившее в последние годы широкое распространение применение интернет-технологий во всех сферах хозяйственной деятельности привело к возрастанию количества сервисов дистанционного перевода денежных средств. Так, по данным Банка России доля переводов, осуществленных через глобальную сеть клиентами кредитных организаций, расположенных на территории РФ, за I полугодие 2016 г., составила более 80% в денежном выражении от общего количества переводов в электронном виде [1].

Массовое внедрение мобильных и Интернет-приложений, предназначенных для совершения финансовых операций, вызвало волнообразный скачок роста вредоносного программного обеспечения, направленного на эксплуатацию уязвимостей в данных сервисах.

По статистике исследовательского центра Group-IB за 2015 год у физических лиц было похищено более 99 млн. руб., из них 61 млн. руб. – с помощью троянов под операционную систему Android [2].

Столь стремительный рост несанкционированных переводов не остался незамеченным для регуляторов. 17 июля 2016 года вступили в силу изменения в федеральный закон «О национальной платежной системе» от 27.06.2011 №161-ФЗ, которые обязывают участников систем переводов денежных средств, в частности, кредитные организации, применять различные организационные меры и технические средства для предотвращения несанкционированных переводов денежных средств [3].

Кроме того, требования указанного федерального закона и уточняющего его требования Положения Банка России от 09.06.2012 №382-п «О требованиях к обеспечению защиты информации при осуществлении переводов денежных средств и о порядке осуществления Банком России контроля за соблюдением требований к обеспечению защиты информации при осуществлении переводов денежных средств» предусматривают ответственность участников платежных систем за несанкционированное списание со счетов клиентов и обязанность по возмещению убытков до проведения процедуры расследования факта несанкционированного перевода [4].

Проведенный анализ правонарушений, выявленных в кредитно-финансовой сфере, показал, что в настоящее время основными типами правонарушений являются атаки на информационные ресурсы кредитных организаций с целью вывода их финансовых активов, а также атаки на ИТ-инфраструктуру некредитных финансовых организаций – участников торгов путем использования неплатежных торговых инструментов (в том числе, торговых терминалов, процессинговых сервисов).

Учитывая, что современные технические средства, в частности, для защиты от воздействия вредоносного кода, зачастую не способны распознать действия злоумышленников и предотвратить несанкционированный перевод, на помощь участникам платежных систем приходят математические методы анализа поведения пользователей и определения «типичности» платежа.

При построении математической модели необходимо использовать следующие основные метрики последующей ее оценки:

- *точность* (соотношение количества ошибочно отклоненных платежей к общему количеству легитимных платежей) и полнота (соотношение количества мошеннических платежей, пропущенных моделью, к общему количеству мошеннических платежей) обнаружения;
- *ускорение реакции* на изменения и угрозы;
- *автоматизация* (соотношение количества платежей, поступивших на верификацию (в том числе, ошибочно) в результате внедрения модели к числу платежей, поступивших на верификацию в ходе привычной процедуры);
- *снижение трудоемкости* (сравнение количества человеко-часов, затрачиваемых на анализ одного платежа, до и после внедрения модели).

Метрики можно свести к финансовым показателям и, как следствие, обосновать внедрение математической модели.

К сожалению, не существует универсального продукта, позволяющего со стопроцентной гарантией выявлять несанкционированные переводы. Имеющиеся на рынке технические решения, во-первых, достаточно дорогостоящи, во-вторых, их применение без четкого понимания критериев «типичности» платежа приведет либо к большому количеству «шума» - ошибочно отбракованных транзакций, которые необходимо дополнительно анализировать персоналу, либо к большому числу мошеннических транзакций, ошибочно принятых системой за легитимные. Как следствие – снижению эффективности внедренного решения.

Обобщив требования федерального закона [3], стандарта безопасности данных индустрии платежных карт PCI DSS [5], а также опыт кредитных организаций, опубликованный в докладах на конференциях, посвященных безопасности Интернет-платежей, при выборе критериев для построения математической модели предотвращения несанкционированных переводов денежных средств предлагаем использовать следующие параметры:

1) динамика осуществления транзакций по счету независимо от установленных лимитов на снятие наличных денег и оплату товаров и услуг. Быстрое расходование средств на счете может свидетельствовать об осуществлении серии мошеннических действий;

2) территориальные параметры:

• страна, в которой инициирована транзакция внесена в перечень стран с высоким уровнем риска мошенничества;

• трансграничные транзакции по счету;

• в разных странах инициированы транзакции по счету в течение определенного периода (например, 1 день);

3) параметры размера суммы:

• транзакция на большую сумму применительно к категории торгово-сервисного предприятия. Преступники, как правило, приобретают товары с высокой ценой, которые легко сбыть;

• оформление транзакции на крупную сумму методом ручного ввода данных;

4) вероятность преступного сговора торгово-сервисного предприятия с преступниками:

• серия транзакций по одному счету в течение периода времени в одном торгово-сервисном предприятии;

• большое количество возвратов покупки.

5) зачисления на счет:

• серия одинаковых или близких по сумме зачислений на счет;

• зачислениям (возвратам покупки) не предшествуют соответствующие операции по списанию со счета.

Программный модуль, разработанный на основе математической модели должен принять решение:

• пропустить платеж без дополнительной верификации;

• отправить платеж на дополнительную верификацию специалисту кредитной организации;

• отказать платеж без формирования инцидента;

• отказать платеж, заблокировать операции по счету клиента и сформировать инцидент.

Так, в ходе эксперимента по подбору коэффициентов в частных критериях и предельных значений интегрального критерия математической модели, применяя нейронную сеть посредством обучения ее на учебной выборке реальных банковских транзакций, в результате ввода дополнительных критериев, приведенных выше, удалось повысить точность предсказания (количество выявленных несанкционированных переводов) с 72 до 94%, а количество ошибочно отклоненных транзакций снизить с 17 до 5%.

Таким образом, ввод дополнительных критериев математической модели процесса предотвращения несанкционированных переводов денежных средств, основанных на поведенческом анализе пользователей систем дистанционного банковского обслуживания, позволяет значительно увеличить точность модели и, как следствие, сократить затраты на:

- 1) уточнение «подозрительных» транзакций;
- 2) покрытие убытков от несанкционированных переводов;
- 3) страхование рисков мошенничества.

Коэффициенты в частных критериях, а также пределы изменения интегрального критерия для последующей классификации платежей могут быть скорректированы при тестировании на учебной выборке банковских платежей и внедрении программного модуля в процессинговой системе ПАО «Запсибкомбанк» (г.Тюмень), а также дополнены другими критериями при изменениях законодательства Российской Федерации в банковской сфере и с учетом вновь возникающих угроз со стороны кибер-преступников.

#### Список литературы / References

1. Банк России. Сведения о платежах, распоряжения по которым составлены и переданы в электронном виде клиентами кредитных организаций и самой кредитной организацией [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.cbr.ru/statistics/p\\_sys/print.aspx?file=sheet010.htm&pid=psrf&sid=ITM\\_18817](https://www.cbr.ru/statistics/p_sys/print.aspx?file=sheet010.htm&pid=psrf&sid=ITM_18817) (дата обращения: 27.04.2017).
2. Компания Group-IB. Тенденции развития преступлений в области высоких технологий [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.group-ib.ru/media/> (дата обращения: 27.04.2017).
3. Федеральный закон «О национальной платежной системе» от 27.06.2011 №161-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_115625/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_115625/) (дата обращения: 27.04.2017).
4. Положение Банка России от 09.06.2012 №382-п «О требованиях к обеспечению защиты информации при осуществлении переводов денежных средств и о порядке осуществления Банком России контроля за соблюдением требований к обеспечению защиты информации при осуществлении переводов денежных средств» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70091962/> (дата обращения: 27.04.2017).
5. Стандарт безопасности данных индустрии платежных карт PCI DSS v. 3.2 от 01.04.2016 [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.pcisecuritystandards.org/document\\_library?category=pcidss&document=pci\\_dss](https://www.pcisecuritystandards.org/document_library?category=pcidss&document=pci_dss) (дата обращения: 27.04.2017).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Bank Rossii. Svedeniya o platezhah, rasporyazheniya po kotorym sostavleny i peredany v ehlektronnom vide klientami kreditnyh organizacij i samoj kreditnoj organizaciej. [The Bank of Russia. Information on payments, orders for which are compiled and transmitted electronically by customers of credit institutions and by the credit organization itself] [Electronic resource] – URL: [https://www.cbr.ru/statistics/p\\_sys/print.aspx?file=sheet010.htm&pid=psrf&sid=ITM\\_18817](https://www.cbr.ru/statistics/p_sys/print.aspx?file=sheet010.htm&pid=psrf&sid=ITM_18817) (accessed: 27.04.2017). [in Russian]
2. Kompaniya Group-IB. Tendencii razvitiya prestuplenij v oblasti vysokih tekhnologij. [Company Group-IB. Trends in the development of high-technology crime] [Electronic resource] – URL: <http://www.group-ib.ru/media/> (accessed: 27.04.2017). [in Russian]
3. Federal'nyj zakon «O nacional'noj platezhnoj sisteme» ot 27.06.2011 №161-ФЗ [The Federal Law "On the National Payment System" of 27.06.2011 №161-FZ] [Electronic resource] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_115625/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_115625/) (accessed: 27.04.2017). [in Russian]
4. Polozhenie Banka Rossii ot 09.06.2012 №382-p «O trebovaniyah k obespecheniyu zashchity informacii pri osushchestvlenii perevodov denezhnyh sredstv i o poryadke osushchestvleniya Bankom Rossii kontrolya za soblyudeniem trebovanij k obespecheniyu zashchity informacii pri osushchestvlenii perevodov denezhnyh sredstv». [Bank of Russia Regulation No. 382-p dated 09.06.2012 "On the requirements to ensure the protection of information when making money transfers and on the procedure for the Bank of Russia to monitor compliance with the requirements for ensuring the protection of information when making money transfers"] [Electronic resource] – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70091962/> (accessed: 27.04.2017). [in Russian]
5. Standart bezopasnosti dannyh industrii platezhnyh kart PCI DSS v. 3.2 ot 01.04.2016. [PCI DSS payment card industry data security standard v. 3.2 dated 04/01/2016] [Electronic resource] – URL: [https://www.pcisecuritystandards.org/document\\_library?category=pcidss&document=pci\\_dss](https://www.pcisecuritystandards.org/document_library?category=pcidss&document=pci_dss) (accessed: 27.04.2017). [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.049>

Магомедов А. М.

Доктор физико-математических наук, профессор, Дагестанский государственный университет

**ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ И ИНТЕРАКТИВНОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ ГРАФА В ПРОЕКТЕ VISUAL C#****Аннотация**

Предложен компактный формат исходных данных для построения графа. Предлагаемый в статье способ воспроизведения и интерактивного редактирования ориентированных и неориентированных графов способствует достижению хорошего полиграфического качества рисунков графов, сопровождающих статьи и учебные пособия по теории графов. Изложенный метод включает визуальное изменение координат вершин на рисунке графа с применением стека изменений практически неограниченной глубины, масштабирование всего рисунка и отдельных его элементов (размеров изображения вершин, толщины линий и стрелок с сохранением координат вершин), ведение протокола изменений в rtf-формате.

Результаты находят применение в создании полиграфических документов с рисунками графов.

**Ключевые слова:** рисунок, двойная буферизация, граф, список связности, компактное представление.

Magomedov A.M.

PhD in Physics and Mathematics, Professor, Dagestan State University

**PLAYBACK AND INTERACTIVE EDIT OF THE CURVE IN VISUAL C # PROJECT****Abstract**

The article presents a compact format of the initial data for graph construction. The paper contains the analysis and interactive analysis of oriented and unoriented graphs, which allow achieving good polygraph quality of graphs figures, accompanying articles and textbooks on graph theory and is offered in the game form. The presented method includes visual change of the vertex coordinates in the figure with actual correction of changes and unlimited depth, scaling of the whole figure and its individual elements (keeping the protocol of changes in rtf-format).

The results can be applied in the creation of polygraphic documents with graphs.

**Keywords:** figure, double buffering, graph, connectivity list, compact representation.

**1. Введение**

Вопросы визуального представления графов востребованы как в учебных занятиях по дискретной математике и компьютерной графике, так и для создания полиграфических документов (статей, учебных пособий) с пояснительными рисунками по тематике теории графов.

В разделе 2 предложены компактная структура представления исходных данных и способ повышения устойчивости к ошибкам набора данных, в разделе 3 изложен способ визуального редактирования графа.

Работа выполнена при поддержке Отдела математики и информатики ДНЦ РАН

**2. Компактная структура исходного файла**

Для текстового файла с информацией о неориентированном графе  $G = (V, E)$ , где  $V = \{v_0, \dots, v_{n-1}\}$  – множество из  $n$  вершин,  $E$  – множество ребер, предлагается следующая структура: в  $i$ -й строке файла с  $n$  строками ( $i=0, 1, \dots, n-1$ ) располагается список тех вершин, смежных вершине  $v_i$ , номера которых больше  $i$ ; если номера всех вершин, смежных вершине  $v_i$ , меньше  $i$ , то  $i$ -я строка содержит единственный символ “-”.

Текстовому файлу, приведенному на рис. 1 (слева), соответствует неориентированный граф из семи вершин (см. на рис. 1 справа). Очевидно, что последняя строка файла всегда содержит знак минуса.

```
1,2,3,4
2,4
-
5,6
5
6
-
```

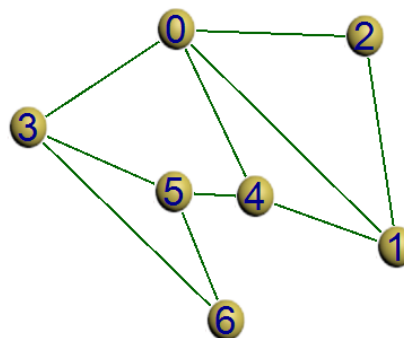


Рис. 1 – Пример представления неориентированного графа

Признаком ориентированного графа является замена в последней строке файла знака “-” на знак “+”; при этом строка, состоящая из единственного знака “-”, имеет смысл, аналогичный приведенному выше; элементами каждой  $i$ -й строки, отличной от “-” и “+”, могут быть как положительные, так и отрицательные числа  $j$ ,  $|j| > i$ :  $j > 0$  – признак дуги  $(i, j)$ ,  $j < 0$  – признак дуги  $(j, i)$ . Текстовому файлу, приведенному на рис. 2 (слева), соответствует ориентированный граф из семи вершин (см. на рис. 2 справа).



1,2,-3,4  
2,-4  
-  
5,6  
5  
6  
+

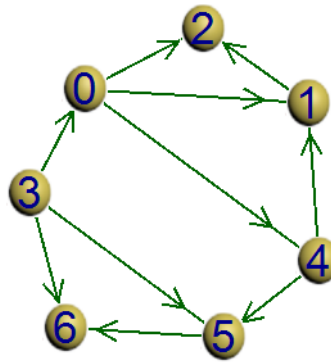


Рис. 2 – Пример представления ориентированного графа

Не вдаваясь в подробное изложение вопросов распределения памяти, отметим, что объем требуемой памяти при описанном способе задания графа «приблизленно» равен  $|E|$ , тогда как, например, все описанные в [1, С. 203] способы потребуют (для неориентированных графов) «приблизленно»  $2|E|$  памяти.

Набор исходных файлов, используемых в нашем C#-проекте: 1) текстовый файл “name.txt” со структурой описанного выше типа; 2) файл “name.bmp” с растровым рисунком для изображения вершин; 3) необязательный файл “соо.txt”, содержащий координаты вершин в последовательных строках. Если файл “соо.txt” существует, то координаты вершин загружаются из него, в противном случае координаты вершин графа генерируются автоматически, после чего вызывается функция (обозначим ее Dr) рисования графа.

Распространенной ошибкой при наборе чисел с разделительным знаком «запятая» является вставка избыточного знака пробела после запятой. Покажем, как средствами языка C# достигается устойчивость к ошибкам такого рода (предполагается, что строковый массив  $t$ , массив  $p$  с элементами класса *Point* и двумерный «зубчатый» целочисленный массив  $a$ , соответствующий описанной выше структуре входного текстового файла, уже объявлены ранее):

```
t = File.ReadAllLines("name.txt");
n = t.Length; p = new Point[n]; a = new int[n][];
for (int i = 0; i < n; i++)
{
    if ((t[i] == "-") || (t[i] == "+")) continue;
    a[i] = t[i].Split(',').Select(q => q.Trim()).Select(int.Parse).ToArray();
}
```

Отметим здесь же, что на стадии инициализации рисунок из файла “name.bmp” вводится в объект  $b$  класса *Bitmap*, затем масштабируется (величина  $d$ , указанная ниже, может быть изменена интерактивным способом), его краям придается свойство прозрачности:

```
Bitmap b = new Bitmap("name.bmp");
b = new Bitmap(b, d, d);
b.MakeTransparent();
```

### 3. Редактирование рисунка графа

Как правило, следствием автоматической генерации координат вершин графа  $p[i]$  – объектов класса *Point* ( $i=0, \dots, n-1$ ) является рисунок, не вполне соответствующий целям автора. Поэтому в проекте необходимо предусмотреть визуальное перемещение вершин графа с помощью мышки:

#### 1. В обработчике события

```
pictureBox1_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
```

вычисляется индекс  $I$  вершины, ближайшей к точке  $(e.X, e.Y)$  нажатия кнопки мыши и устанавливается флажок нажатия – некоторой глобальной логической переменной присваивается значение *True* (опускание флажка выполняется в обработчике события `pictureBox1_MouseUp`);

#### 2. В обработчике события перемещения мыши:

```
pictureBox1_MouseMove(object sender, MouseEventArgs e)
```

проверяется факт установки флажка нажатия и, если флажок установлен, точка  $p[I]$  воссоздается с текущими координатами курсора мыши:  $p[I] = new Point(e.X, e.Y)$ , после чего вызывается функция Dr для прорисовки графа.

Отметим две коллизии, возникающие при этом. Если фрагменты рисунка выводятся непосредственно на «холст» видимого окна (в нашем случае – окна графического контейнера `pictureBox1`), то в промежутках между выводом этих фрагментов экран успевает обновиться, вследствие чего рисунок претерпевает искажения. Искажения такого рода в компьютерной терминологии называются *артефактами*. Для исключения появления артефактов рекомендуется использовать метод *двойной буферизации* [2, С. 264]. Для этих целей на стадии инициализации нашего проекта создается объект  $b0$  класса *Bitmap*, размеры которого совпадают с размерами графического контейнера `pictureBox1`:

```
Bitmap b0 = new Bitmap(pictureBox1.Width, pictureBox1.Height);
```

затем создаются два «холста» – объекты класса *Graphics* –  $g0$  и  $g1$ , соответствующие объектам  $b0$  и `pictureBox1`:

```
g0 = Graphics.FromImage(b0);
```

```
g1 = pictureBox1.CreateGraphics();
```

В упомянутой выше функции Dr процесс вывода всех частей рисунка выполняется прежде всего на холст  $g0$  объекта  $b0$ , выполняющего роль второго буфера:

сначала вывод линий – со стрелками или без них, затем вывод изображения  $b$  в точках расположения вершин и, наконец, вывод номеров вершин (такая последовательность существенна).

В конце функции  $Dg$ , после завершения формирования рисунка графа на холсте  $g0$  объекта  $b0$ , выполняется вывод  $b0$  на холст  $g1$  графического контейнера  $pictureBox1$ . Как известно, здесь возможны два варианта: 1) вызов метода  $DrawImage$ :

```
g1.DrawImage(b0, 0,0)
холста g1 графического контейнера pictureBox1
или
```

2) присвоение  $b0$  свойству  $Image$  этого контейнера:

```
pictureBox1.Image = b0.
```

Мы рекомендуем второй вариант. Практика показывает неустойчивость вывода при первом варианте. Причины этой коллизии автору неизвестны.

**Замечание.** Специальные классы  $C\#$ , предназначенные для реализации метода двойной буферизации, подробно рассмотрены в статье [3].

На рис. 3: слева – граф с вершинами, координаты которых сгенерированы программой (при отсутствии файла “ $coo.txt$ ”), справа – граф, преобразованный пользователем в интерактивном режиме; сохранение преобразованных координат вершин с целью выбора их из файла при очередном запуске программы не представляет труда.

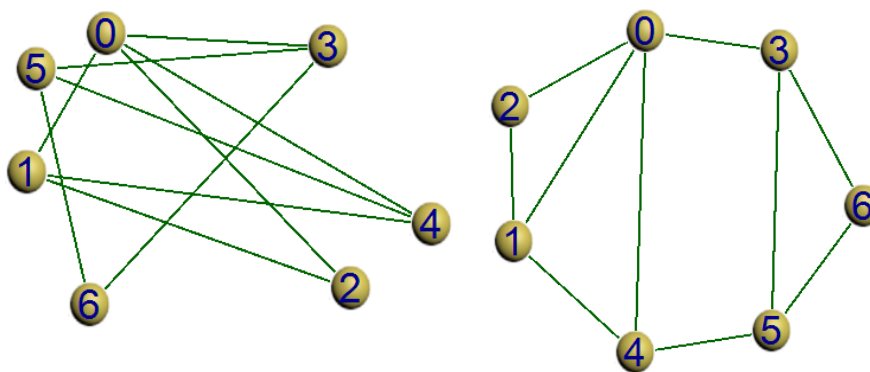


Рис. 3 – Пример визуальной перестройки графа

**Замечание.** Масштабирование рисунка в целом или отдельных его элементов – радиуса фигуры, изображающей вершину, толщину линий (ребер, дуг), надписей (с сохранением координат вершин) – достигается привязкой параметров этих элементов к свойству  $Value$  визуальной компоненты  $trackBar$ . На рис. 4 показан результат использования такой привязки.

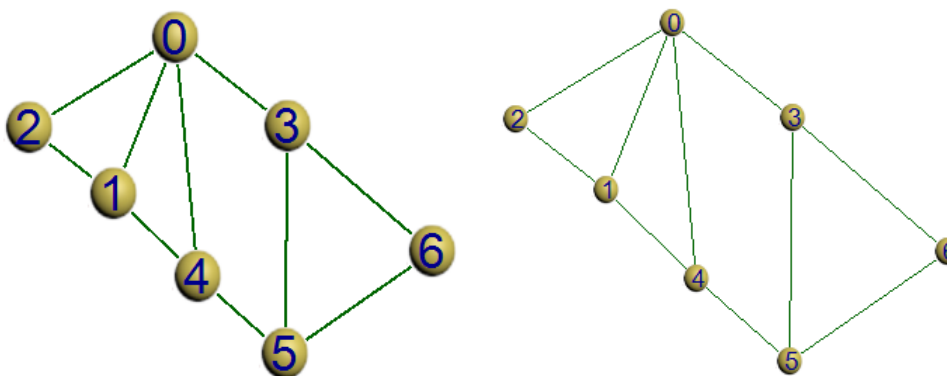


Рис. 4 – Визуальные элементы графа, изображенного слева, масштабированы за исключением координат вершин (результат см. справа)

#### 4. Заключение

Рассмотренная компактная структура исходного файла с информацией о графе допускает тривиальное обобщение на случай смешанного графа. Все приведенные в данном сообщении рисунки созданы с помощью  $C\#$ -проекта, описанию которого посвящено сообщение.

#### Список литературы / References

1. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. – СПб.: Питер, 2000. – 304 с.
2. Порев В.Н. Компьютерная графика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 432 с.
3. Гуков Д. Детали реализации двойной буферизации в Windows Forms: [Электронный ресурс]. URL: <https://habrahabr.ru/post/144294/> (дата обращения: 11.05.2017).

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Novikov F.A. Diskretnaja matematika dlja programmistov [Discrete mathematics for programmers]. – SPb.: Piter, 2000. – 304 P. [in Russian]
2. Porev V.N. Komp'yuternaja grafika [Computer graphics]. – SPb.: BHV-Peterburg, 2004. – 432 P. [in Russian]
3. Gukov D. Detali realizacii dvojnoj buferizacii v Windows Forms [The implementation details of double buffering in Windows Forms]: [Electronic resource]. URL: <https://habrahabr.ru/post/144294/> (accessed: 11.05.2017). [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.040>Макаров С.М.<sup>1</sup>, Горелик В.И.<sup>2</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-1313-7810, Магистрант, <sup>2</sup>ORCID: 0000-0003-4373-9406, Магистрант,

Санкт-Петербургский государственный экономический университет

**ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА СРЕДСТВ АНАЛИТИКИ И АНАЛИЗ ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ****Аннотация**

*Рассмотрены основные тенденции рынка средств аналитики (Business Intelligence, прогностическая и предписывающая аналитика) и степень их текущего и будущего применения в современных компаниях. Предложена примерная структура базы данных для хранения сведений о принятых управленческих решениях для целей их последующего анализа средствами прогностической или иной аналитики. Применение анализа исторических данных позволяет выявлять возможные проблемы в используемых методах оценки, исправлять систематические неоптимальности принимаемых управленческих решений и совершенствовать процесс поддержки их принятия.*

**Ключевые слова:** анализ данных, средства аналитики, прогностическая аналитика, управленческие решения, поддержка принятия решений.

Makarov S.M.<sup>1</sup>, Gorelik V.I.<sup>2</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-1313-7810, Undergraduate Student, Saint-Petersburg State University of Economics, St. Petersburg<sup>2</sup>ORCID: 0000-0003-4373-9406, Undergraduate Student, Saint-Petersburg State University of Economics, St. Petersburg**TRENDS OF THE MARKET OF ANALYTICAL TOOLS AND ANALYSIS OF THE HISTORICAL DATA OF ENTERPRISES****Abstract**

*The paper considers the main trends of the market of analytical tools (business Intelligence, prognostic and prescriptive analytics) and the degree of their current and future application in modern companies. An approximate database structure is proposed for storing information on accepted management decisions for the purposes of their subsequent analysis by means of prognostic or other types of analytics. The application of the analysis of historical data enables the identification of possible problems in the applied evaluation methods, correction of the systematic non-optimality of the management decisions and improvement of the process of supporting their adoption.*

**Keywords:** data analysis, analytical tools, prognostic analytics, management decisions, decision support.

Управленческая деятельность состоит из постоянного принятия управленческих решений, которые, чтобы быть стабильно эффективными, должны поддерживаться анализом релевантных данных. Вне зависимости от уровня принятия решения или сферы деятельности можно сказать, что объём данных будет таким, что качественный их анализ будет невозможен без использования информационных технологий. Согласно докладу компании IDC [2], общий объём данных к 2025 году увеличится в 10 раз по сравнению с 2016 годом, а доля данных, которые были созданы предприятиями, к тому времени составит 60% против 30% в 2015 году. Таким образом, вперёд в конкурентной борьбе вырвутся компании, которые преуспеют в отборе релевантных данных и в их последующем анализе в рамках контекста их использования. В таких условиях использование различных видов анализа становится уже не преимуществом, а обязательным условием процветания. Развитые компании применяют аналитику систематически и становятся аналитическими конкурентами, описанными Томом Дэвенпортом и Джоном Харрисом в [1]. Данная особенность, как правило, обходит стороной малое инвестиционное предпринимательство (стартапы), гораздо чувствительнее касаясь больших корпораций со стабильно высоким предложением товаров или услуг на рынке.

Стоит отметить, что для средств аналитики характерно развитие, опережающее потребности рынка. Это подтверждается тем, что продвинутые методы аналитики используются всегда с некоторым запозданием: так, по данным Gartner [3], в настоящее время только 10% организаций используют средства предписывающей аналитики (*prescriptive analytics*), но эта доля увеличится до 35% процентов согласно прогнозу Gartner, а в 2012 году только 13% пользователей средств Business Intelligence (BI) активно использовали инструменты прогностической аналитики (*predictive analytics* – также в литературе встречаются варианты «прогнозная», «предиктивная» «предикативная»), рынок которых сейчас демонстрируют высокие темпы роста, как будет отмечено ниже.

Также тезис прошлого абзаца подтверждается замедлением роста рынка классических видов аналитики (наблюдается рост с точки зрения пользователей при наличии ценового давления): рынок BI и аналитики по прогнозу Gartner [4] в 2017 году составит 18,3 миллиардов долларов США в 2017 году (составлял 17 миллиардов долларов в 2016), а к 2020 году достигнет 22,8 миллиардов долларов.

Что касается упомянутых выше видов аналитики, то, согласно отчёту Research and Markets [5], рынок прогностической аналитики, составлявший в 2015 году 2,74 миллиарда долларов США, покажет среднегодовой темп роста 27,4% (с учётом сложного процента – CAGR) и составит 9,2 миллиардов долларов к 2020 году, а рынок

предписывающей аналитики по прогнозам Gartner [3] достигнет 1,1 миллиарда долларов США в 2020 году, продемонстрировав среднегодовой темп роста 22% (с учётом сложного процента) с 2014 года.

Прогностическая аналитика (как самостоятельно, так и в качестве составной части предписывающей аналитики) может применяться практически к любым историческим данным, поэтому, в контексте развития анализа в организации, может применяться и к истории принятых управленческих решений. В рамках совершенствования организации в сфере уровня развития и широты применения аналитики в зависимости от предметной области должно развиваться соответствующее информационное обеспечение в виде баз данных, в которых будет храниться информация о принятых ранее управленческих решениях.

При принятии решения в условиях риска, лицо принимающее решение (ЛПР) совершает выбор, не обладая полнотой информации о состоянии рынка или другой рассматриваемой области, и не способно предвидеть возможные последствия принятого решения. Итоговое представление задачи выбора для человеческого понимания наиболее удобно в виде матрицы решений, по строкам которой стоят альтернативы, по столбцам находятся критерии, а в ячейках расположены вычисленные значения функций полезности с учётом предпочтений ЛПР. В таких условиях требуется лишь определиться с критерием решения и выбрать альтернативу.

Независимо от критерия решения, в будущем полезно проводить анализ принятых управленческих решений, чтобы выявлять их возможные систематические неоптимальности или серьёзные просчёты, выяснять причины этих неоптимальностей/просчётов и проводить комплекс мероприятий по корректировке последующих актов принятия однотипных решений и профилактике ошибок. Корректировка может состоять в изменении метода принятия решения или в пересмотре предпочтений при оценке критериев.

Что касается информационного обеспечения анализа принимаемых решений, то здесь возможно создание и ведение базы данных, общая структура которой предлагается в виде EER (enhanced entity-relationship) диаграммы на рис. 1.

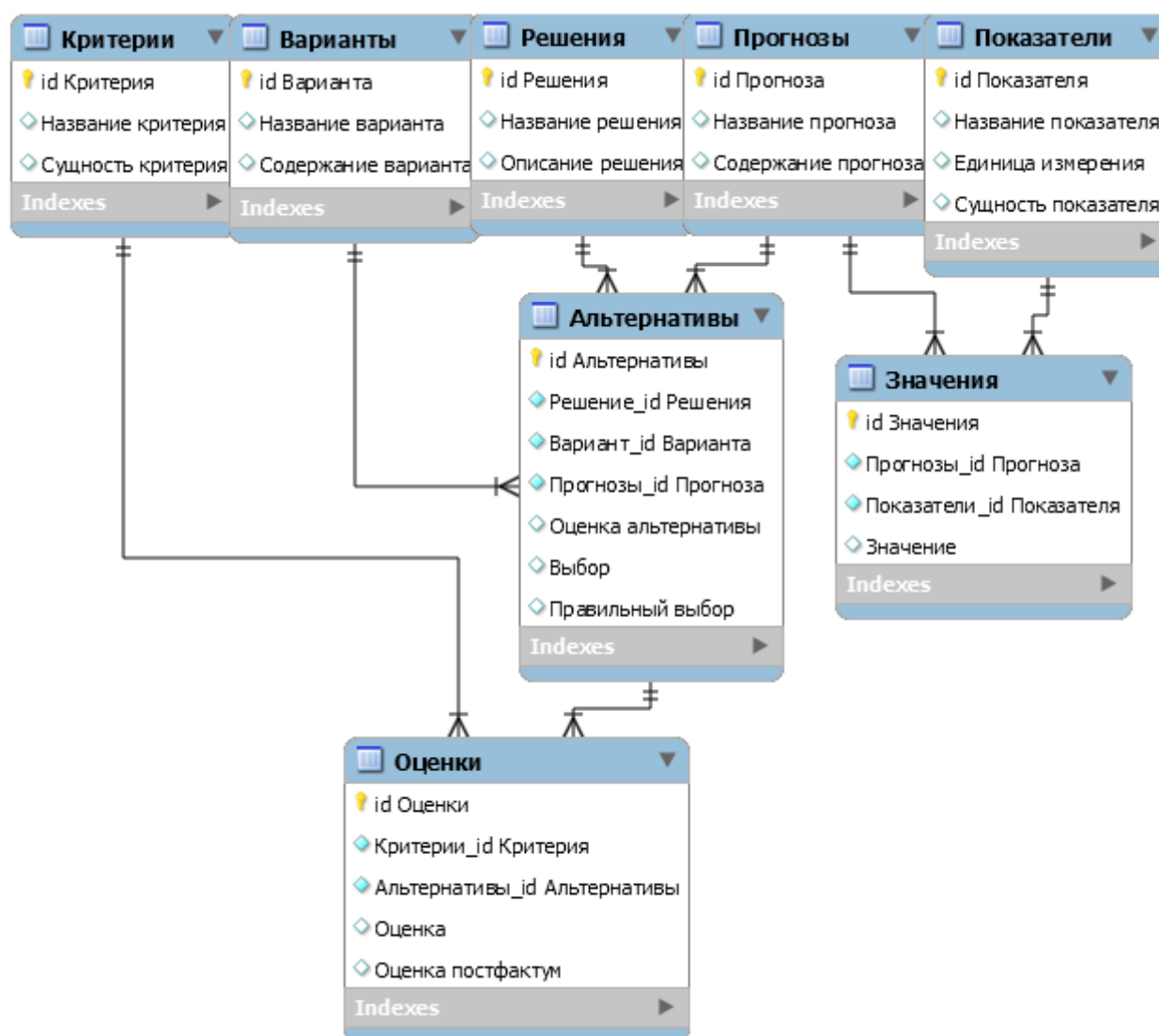


Рис. 1 – EER диаграмма базы данных

Каждая из представленных таблиц может быть расширена дополнительными полями (например, тестовым полем для комментария), а типы полей установлены в зависимости от требований, предъявляемых хранимым типом данных и организацией. Все таблицы содержат ключ (id), таблицы верхнего уровня – название хранимых данных, а также поле, поясняющее их сущность, а таблицы показателей и критериев дополнительно содержат поля для названия

единиц измерения. Таблицы нижних уровней содержат уникальный индекс, состоящий из ключей таблиц, которые связаны с искомой связью «один-ко-многим».

Содержание таблиц:

1. «Критерии»: содержит критерии, по которым оцениваются альтернативы (например, «предполагаемый доход»).
2. «Варианты»: включает список вариантов, которые могут рассматриваться как альтернативы (например, «оставить цену прежней»).
3. «Решения»: содержит запись управленческого решения (например, «продуктовая политика на месяц»).
4. «Прогнозы»: отражает состояние рынка или экономическую ситуацию (например, «оптимистичный»).
5. «Показатели»: содержит экономические показатели (например, «объём спроса в сегменте»).
6. «Значения»: включает в себя значения экономических показателей для каждого вида прогноза.
7. «Альтернативы»: содержит оценки вариантов действий по каждому управленческому решению в рамках прогноза. Для целей будущего анализа туда включаются данные о сделанном выборе и о том, какой выбор оказался оптимальным постфактум.
8. «Оценки»: включает значения по каждому критерию и их оценку, а также оценку постфактум для целей анализа.

Оценки альтернатив соответствуют вектору глобальных приоритетов из метода анализа иерархий, а оценки по критериям – таблицам оценки критериев. Хранение предпочтений ЛПП не считается необходимым для целей анализа.

Полное ручное заполнение базы невозможно, поэтому потребуется разработка дополнительного скрипта, позволяющего экспортировать данные из используемой в организации системы поддержки принятия решений (СППР). При повторном экспорте данные либо перезаписываются, либо заполняют оценки постфактум. В зависимости от особенностей используемой СППР и критерия решения, можно исключать или оставлять пустыми некоторые поля или же включать новые.

Таким образом, прогнозы и текущие состояния рынка подтверждают высокую роль продвинутых средств аналитики в обеспечении конкурентоспособности предприятий, а применение прогностического или другого вида анализа к историческим данным о принятых решениях и их результатах позволит выявлять проблемные моменты в процессе поддержки управленческих решений и проводить корректирующие мероприятия в целях совершенствования процесса их принятия, а также выявления новых возможностей и развития уровня аналитики предприятия.

#### Список литературы / References

1. Competing on Analytics: The New Science of Winning / Thomas H. Davenport, Jeanne G. Harris – Harvard Business Review Press, 2007. – 240 p.
2. Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical. Don't Focus on Big Data; Focus on the Data That's Big [Electronic resource] / David Reinsel John Gantz John Rydning // An IDC White Paper – April 2017 – URL: <http://www.seagate.com/www-content/our-story/trends/files/Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf> (accessed: 16.05.2017).
3. Data Analytics Top Trends In 2017. What is 2017 going to bring for analytics? [Electronic resource] // URL: <https://channels.theinnovationenterprise.com/articles/data-analytics-top-trends-in-2017> (accessed: 16.05.2017).
4. Gartner Says Worldwide Business Intelligence and Analytics Market to Reach \$18.3 Billion in 2017 [Electronic resource] // URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3612617> (accessed: 16.05.2017).
5. Predictive Analytics Market by Business Function, Applications, Organization Size, Deployment Model, Vertical, & by Region - Global Forecast to 2020 [Electronic resource] // URL: <http://www.researchandmarkets.com/research/6lw13d/predictive> (accessed: 16.05.2017).

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.095>Морозова Л.К.<sup>1</sup>, Крутикова А.А.<sup>1</sup>, Ушакова Д.С.<sup>2</sup>, Рощупко О.Ю.<sup>2</sup><sup>1</sup>Старший преподаватель, Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ<sup>2</sup>Магистрант, Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ**ВЛИЯНИЕ ИМПРЕГНИРОВАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ****Аннотация**

Статья посвящена исследованию влияния импрегнирования абразивного инструмента хлор- и серо-содержащими составами на параметры процесса шлифования стали ШХ15. Проведен анализ основных показателей: параметр шероховатости  $R_a$ , коэффициент шлифования  $K_g$  и распределение вершин зёрен, оставивших след на шлифованной поверхности по высоте профиля. Так же оценивалось влияние величины подачи на параметры процесса, увеличивая значение с 0,005 мм/ход до 0,015 мм/ход. Исследования проводились на прецизионном профилировальном станке с ЧПУ CHEVALIER модели Smart-B1224 III.

**Ключевые слова:** импрегнирование, шероховатость поверхности, износ абразивного инструмента, распределение вершин зёрен.

Morozova L.K.<sup>1</sup>, Krutikova A.A.<sup>1</sup>, Ushakova D.S.<sup>2</sup>, Roshchupko O.Yu.<sup>2</sup><sup>1</sup>Senior Lecturer, (branch) VolgSTU<sup>2</sup>Undergraduate Student, Volzhsky Polytechnic Institute (branch) VolgSTU**INFLUENCE OF IMPREGNATION ON THE ROUGHNESS OF SURFACE DURING THE SURFACING OF BEARING STEEL****Abstract**

The article is devoted to the investigation of the impregnation effect of an abrasive tool with chlorine and sulfur-containing compounds on the parameters of the grinding process of SHKh15 steel. The paper contains the analysis of the main parameters: Roughness parameter  $R_a$ , grinding factor  $K_g$  and the distribution of grain vertices that left a trace on the ground surface along the height of the profile. We have also estimated the influence of the feed amount on the process parameters, increasing the value from 0.005 mm/operation to 0.015 mm/operation. The studies were carried out on a precision profile grinder CNC CHEVALIER of Smart-B1224 III model.

**Keywords:** impregnation, surface roughness, wearing of abrasive tool, distribution of grain vertices.

Импрегнрование оказывает влияние на процесс шлифования. Активное вещество участвует в контактных процессах в зоне резания и косвенно влияет на физико-механические свойства инструмента. При этом выбор состава пропитывающих веществ зависит от обрабатываемого материала, условий и режимов шлифования, требуемого качества поверхности.

При высокой температуре в зоне резания, вещества, находящиеся в порах круга, могут переходить в жидкое, пастообразное или газообразное состояния. Эффективность импрегнатора во многом определяется продуктами его распада, их проникающей способностью и активностью взаимодействия с обрабатываемым материалом [1], [2].

Шероховатость обработанной поверхности при шлифовании соответствует результирующему профилю рабочей поверхности абразивного инструмента. Данный профиль образуется наложением большого числа элементарных профилей инструмента, проходящих через рассматриваемое сечение обрабатываемой поверхности. Расстояние между элементарными профилями может быть принято равным расстоянию между зёрнами. Таким образом, имея профилограмму шлифованной поверхности, возможно получить распределение вершин зёрен в слое шероховатости.

Было проведено исследование основных параметров процесса: параметр шероховатости  $R_a$ , износ абразивного инструмента и распределение вершин зёрен, оставивших след на шлифованной поверхности по высоте профиля.

Исследования проведены на плоскошлифовальном станке с ЧПУ CHEVALIER модели Smart-B1224 III методом врезного шлифования образцов 100×10 мм, припуск – 1,5 мм.

Для управления станком система SMART III использует не сложный язык диалогового программирования, в котором оператору достаточно заполнить таблицы данных с указанием режимов и функций. Система автоматически рассчитывает управляющую программу и более сложную систему высокого уровня, основанную на программировании стандартными G и M кодами. Уникальный способ моделирования обработки позволяет контролировать процесс и выявить ошибки ещё на стадии программирования.

Станок имеет широкий диапазон регулирования скоростей перемещения стола и вращения шлифовального круга. Современный привод обеспечивает высокую точность при высокой скорости обработки [3].

Испытательный комплекс позволяет исследовать следующие параметры процесса: составляющие силы резания радиальная, касательная и осевая составляющие; радиальный износ шлифовального круга; шероховатость обработанной поверхности; рельеф обработанной поверхности и шлифовального круга, количество вершин зёрен, оставивших след на единице длины профиля обработанной поверхности.

Правка абразивного инструмента осуществляется в автоматическом цикле. После правки необходимо привести в контакт рабочую поверхность шлифовального круга и обрабатываемую поверхность заготовки, выбрать на станке необходимую группу нажатием клавиши F6 и ввести координаты круга и параметры шлифования.

Исследовали влияние различных импрегнаторов на показатели процесса шлифования стали ШХ15. Для обработки использовали следующие круги: 1 – базовый круг без пропитки; 2 – круг, пропитанный хлорсодержащим составом; 3 – круг, пропитанный серосодержащим составом. Режимы обработки: скорость главного движения – 35 м/с; глубина шлифования – 5 и 15 мкм/ход; скорость подачи стола – 12 м/мин.

Параметр шероховатости  $R_a$  измеряли непосредственно на столе станка профилометром SJ-4111 SurfTest 178-580-01D в 20 сечениях по длине обработанной поверхности.

Шлифование осуществляли кругом 25AF80K7V, производства ОАО «Волжский абразивный завод». Опыт повторяли три раза. Рассчитывали среднее значение и дисперсию параметров шероховатости поверхности по 20 измерениям. Дисперсии параллельных измерений проверяли на однородность, средние арифметические значения на значимость.

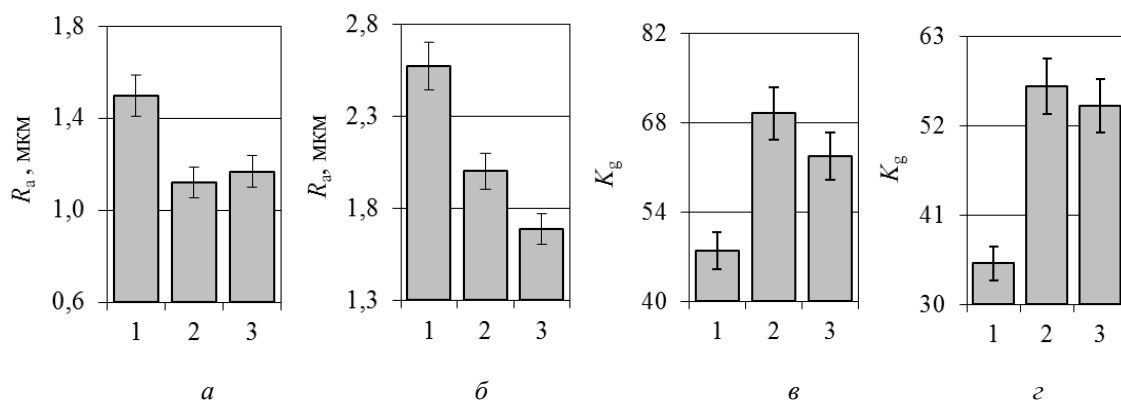


Рис. 1 – Шероховатость поверхности  $R_a$  и коэффициент шлифования  $K_g$  при подачах 0,005 мм/ход (а, в) и 0,015 мм/ход (б, г) соответственно, при шлифовании базовым кругом (1), импрегнированными (2) и (3)

Применение исследуемых импрегнаторов приводит к снижению шероховатости поверхности (рис. 1, а и б) на всех режимах при шлифовании стали ШХ15. При подаче 0,005 мм/ход введение импрегнаторов приводит к снижению шероховатости на 17-25% по сравнению с базовым кругом. На черновом режиме 0,015 мм/ход параметр  $R_a$  снизился на 14-22% при обработке импрегнированным инструментом.

Износ круга измеряли в 8 радиальных сечениях индикатором многооборотным. По результатам измерений осуществляли анализ закономерности изменения среднего радиального износа круга по высоте рабочей поверхности и радиальных сечениях, рассчитывали и сравнивали соответствующие дисперсии, в том числе, с учетом параллельных опытов, определяли общее среднее и дисперсию радиального износа. Конечными показателями статистического анализа являются среднее арифметическое, дисперсия и доверительный интервал по результатам всех параллельных опытов.

Коэффициент шлифования  $K_g$  рассчитывали по износу круга и суммарному съему металла, которые определяли в конце каждого опыта. Коэффициент шлифования (рис. 1, в и г) импрегнированных кругов выше по сравнению с базовым на всех режимах обработки, что подтверждает увеличение ресурса круга при его импрегнировании.

При подаче 0,005 мм/ход  $K_g$  импрегнированных кругов 2 и 3 отличается друг от друга незначимо, в пределах доверительного интервала и на 21-24% выше по сравнению с базовым кругом 1.

Коэффициент шлифования, полученный при обработке с подачей 0,015 мм/ход у импрегнаторов не значимо отличается друг от друга и возрастает более 30% при сравнении с базовым инструментом.

Количество вершин зерен, оставивших след на единице длины профиля поперечного сечения обработанной поверхности, рассчитывали по ординатам профиля, полученных при измерении шероховатости [4]. Местные впадины профиля рассматривать, как следы, оставленные вершинами зёрен. При разработке способа определения количества зерен приняты следующие допущения: каждое зерно имеет только одну режущую вершину; значимое отличие ординат вершин профиля принято на уровне 3 % (рис. 2).

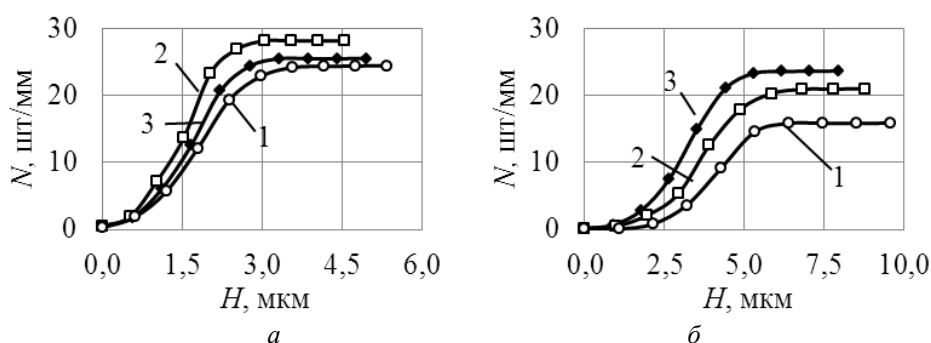


Рис. 2 – Распределение вершин зёрен, оставивших след на шлифованной поверхности по высоте профиля  $H$  при подачах 0,005 мм/ход (а) и 0,015 мм/ход (б) при шлифовании базовым кругом (1), импрегнированными (2) и (3)

С увеличением подачи, при снижении коэффициента шлифования количество вершин зерен, оставивших след на профиле обработанной поверхности, уменьшается, соответственно шероховатость обработанной поверхности увеличивается.

Количество вершин зерен, оставивших след на единице длины профиля поперечного сечения обработанной поверхности для импрегнированных кругов 2 и 3 увеличивается по отношению с базовым кругом: при подаче 0,005 мм/ход – на 7-13% , при 0,015 мм/ход – 24-32%.

По результатам проведенных исследований, импрегнированные круги показали лучший результат по сравнению с базовым инструментом. Можно утверждать, что импрегнаторы на основе активных элементов (хлор и сера) оказывают положительное влияние на процесс шлифования.

#### Список литературы / References

1. Носенко, В.А. Исследование процесса термического разложения ускорителей вулканизации в смеси с порошком железа [Электронный ресурс] / В.А. Носенко, А.А. Крутикова, И.С. Кравцова // Современные проблемы науки и образования : электрон. науч. журнал / РАЕ. - 2014. - № 2. - С. Режим доступа : <http://www.science-education.ru/116-12797>.
2. Носенко, В.А. Повышение эффективности шлифования с использованием галогенообразующего импрегнатора / В.А. Носенко, А.П. Митрофанов, А.А. Крутикова // Известия вузов. Машиностроение. - 2015. - № 8. - С. 65-72.
3. Испытательный комплекс на базе прецизионного профилешлифовального станка с ЧПУ CHEVALIER модели Smart-B1224 / В.А. Носенко, Р.А. Белухин, А.В. Фетисов, Л.К. Морозова // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. - Волгоград, 2016. - № 5 (184). - С. 35-39.
4. Носенко, В.А. Определение параметров рельефа рабочей поверхности абразивного инструмента / В.А. Носенко, Е.В. Федотов, Л.К. Морозова // Главный механик. - 2014. - № 11. - С. 30-34.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Nosenko, V.A. Issledovanie processa termicheskogo razlozheniya uskoritelej vulkanizacii v smesi s poroshkom zheleza [Electronic resource] [Investigation process of thermal decomposition of vulcanization accelerators in a mixture with iron powder] / V.A. Nosenko, A.A. Krutikova, I.S. Kravcova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya : jelektron. nauch. zhurnal [Modern problems of science and education: el. scient. magazine] / RAE. - 2014. - № 2. - URL : <http://www.science-education.ru/116-12797> [in Russian].
2. Nosenko, V.A. Povyshenie jeffektivnosti shlifovaniya s ispol'zovaniem galogenoobrazujushhego impregnatora [Improving the efficiency of grinding using a halogen generating impregnator] / V.A. Nosenko, A.P. Mitrofanov, A.A. Krutikova // Izvestija vuzov. Mashinostroenie. [Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building] - 2015. - № 8. - P. 65-72 [in Russian].
3. Ispytatel'nyj kompleks na baze precizionnogo profileshlifoval'nogo stanka s ChPU CHEVALIER modeli Smart-B1224 [The test complex on the basis of the precision profileshlifoval'ny machine with Smart-B1224 model ChPU CHEVALIER] / V.A. Nosenko, R.A. Beluhin, A.V. Fetisov, L.K. Morozova // Izvestija VolgGTU. Ser. Progressivnye tehnologii v mashinostroenii. [News of VOLGGTU. Progressive technologies in mechanical engineering] - Volgograd, 2016. - № 5 (184). - P. 35-39 [in Russian].
4. Nosenko, V.A. Opredelenie parametrov rel'efa rabochej poverhnosti abrazivnogo instrumenta [Working surface pattern parameters determination for grinding tools while polishing] / V.A. Nosenko, E.V. Fedotov, L.K. Morozova // Glavnyj mehanik. [Chief mechanical engineer] - 2014. - № 11. - P. 30-34 [in Russian].

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.001>

Присяжная И.М.<sup>1</sup>, Присяжная С.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-1825-0023, Кандидат технических наук, доцент <sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-1825-0097, Доктор технических наук, профессор,

Амурский государственный университет в г. Благовещенске  
ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ УБОРКИ СОИ

#### Аннотация

Высокое содержание полноценного растительного белка и масла в зерне и полове ставит сою в ряд незаменимых культур, как в животноводстве, так и в пищевой промышленности. На основе сравнительного анализа содержания питательных веществ и минеральных элементов в соломе и полове зерновых культур и сои, показана рациональность сбора полове и использования в кормлении животных, а соломы в качестве органического удобрения.

Приведены результаты по урожайности зерна с одного га, выходу полове, соотношению фракционного состава и объемной массы полове. Для использования полове в качестве корма в животноводстве разработаны технологии энергосберегающего сбора полове.

Внедрение разработанных устройств позволит обеспечить сбор полове в достаточном объеме для животноводства и повысить эффективность животноводства по привесу на 11,62 % и по надою на 14,39 %. Эффективность технологии уборки сои со сбором полове, измельчением и разбрасыванием соломы в ценах 2012 года составляет 1.2 млн руб. на один комбайн.

**Ключевые слова:** соя, солома, полова, энергосберегающая технология, комбайн, уборка, измельчитель-разбрасыватель соломы, половосборник, эффективность, прибыль.

Prisizhnaya I.M.<sup>1</sup>, Prisizhnaya S.P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-1825-0023, PhD in Engineering, associate professor,

<sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-1825-0097, PhD in Engineering, Professor,  
Amur State University in Blagoveshchensk

TECHNOLOGY OF ENERGY SAVING SOY HARVESTING

#### Abstract

The high content of complete vegetable protein and oil in grains and chaff makes soy the irreplaceable culture of a particular importance, both in animal farming and in food industry. Based on the comparative analysis of the nutrients and



mineral elements in straw and grain of crops and soybeans, the authors show the rationality of chaff collecting and use of a straw in animal feeding as an organic fertilizer. The results are given on the yield of grain from one hectare, the yield of chaff, the ratio of the fractional composition and the bulk mass of chaff. The technologies of energy saving harvesting of chaff have been developed to use chaff as cattle fodder. The introduction of the developed devices will ensure the collection of enough chaff for animal farming and increase the efficiency of animal farming by 11.62%, and milk yield by 14.39%. The efficiency of soy harvesting technology with harvesting of chaff, chopping and spreading of straw in prices of 2012 costs 1.2 million rubles per one harvester.

**Keywords:** soy, straw, chaff, energy-saving technology, harvester, harvesting, straw chopper and spreader, chaff collector, efficiency, profit.

За последние годы совместными усилиями учебных и научно-исследовательских институтов, организаций промышленности и передовых хозяйств разработаны новые технологии уборки зерна, предусматривающие вывоз с поля на стационарный пункт всего урожая или его продуктивной части. Эти технологии можно назвать энергосберегающими – агропромышленными. Для решения проблемы энергосберегающей уборки сои это означает применение технологических операций со сбором высокобелковой половы измельчением и разбрасыванием соломы, а также совмещение операций при уборке и по обработке почвы. В производстве сои получают в качестве побочного продукта высокобелковую не зерновую часть урожая сои – солому и полову. Солому, имеющую высоту стеблей до 800-900 мм, крепкий стебель толщиной от 3 до 10 мм при современной технологии уборки измельчают и вместе с половой разбрасывают по полю. Избыток ресурса кормового белка в большем количестве содержится в половине сои, используется нерационально из-за несовершенства комбайновой технологий уборки.

Полова, состоящая из створок бобов, частичек листьев, незрелых бобов и семян, мелких частей соломы, семян сорных растений, богаче питательными веществами, чем солома, лучше переваривается и поедается животными, скармливается им в сухом виде, а также в смеси с концентратами и сочными кормами. В половине бобовых культур выше, чем в половине злаковых, содержание протеина, что обуславливает ее более высокую перевариваемость. Кормовое достоинство соевой половы составляет 0,56 кормовых единиц и почти в 1,5 раза выше, чем у соломы. Период уборки сои в Амурской области начинается с наступлением заморозков и сухой погоды в конце сентября и в октябре месяце. Собранный и складированный в это время года полова не теряет своих свойств и до весны пригодна к скармливанию. Потери половы при уборке урожая сои – это прямые финансовые убытки сое сеющих хозяйств и, для решения сложной проблемы сбора половы, требующей определенных капитальных вложений, необходима разработка и выпуск приспособлений к зерноуборочному комбайну, которая наиболее оптимальна для хозяйств соево-животноводческого направления.

На основании проведенного анализа авторами разработана технологическая схема сбора (рис. 1).

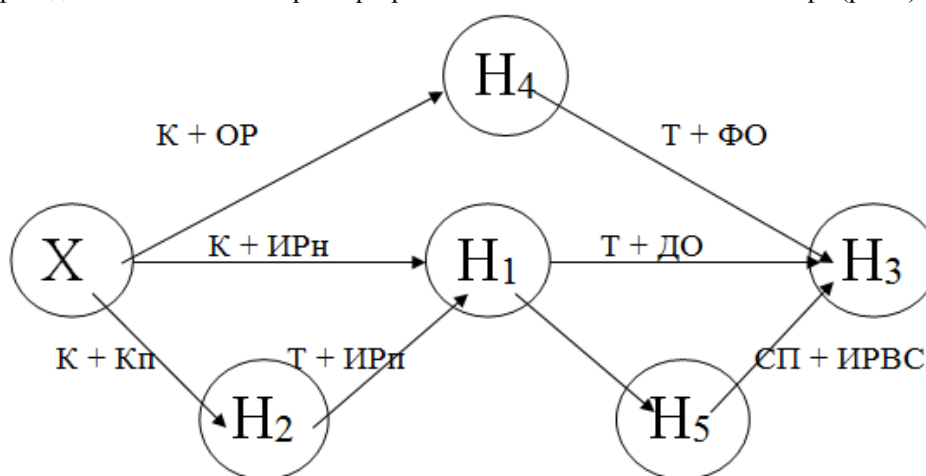


Рис. 1 – Ориентированный граф технологии уборки НЧУ с измельчением соломы и заделкой в почву:

$X$  – хлебная масса необмолоченная;  $H_1$  – незерновая часть урожая, измельченная на поверхности поля;

$H_2$  – незерновая часть урожая цельная в валке;  $H_3$  – незерновая часть урожая, измельченная, заделанная в почву;

$H_4$  – НЧУ цельная разбросанная по полю;  $H_5$  – незерновая часть урожая, разделенная на полову – собираемую в транспортное средство для доставки на ферму и солому – измельченную и разбрасываемую по полю с заделкой под урожай будущего года;  $ИР_{н(п)}$  – измельчитель-разбрасыватель навесной (прицепной);  $ИРВС$  – измельчитель-разбрасыватель соевой соломы;  $K+OP$  – комбайн + обмолоченная хлебная масса, разбросанная по полю;  $K+ИР_{н(п)}$  – комбайн + измельчитель – разбрасыватель навесной;  $T+ФО$  – трактор + фрезерное орудие;  $K+K_n$  – комбайн + копнитель;  $T+ИР_{п(п)}$  – трактор + измельчитель – разбрасыватель прицепной;  $T+ДО$  – трактор + дисковое орудие;  $СП + ИРВС$  – сборник половы + измельчение разбрасывание соломы (Патенты РФ №2417572, №2506737, №2529914, №2554997).

С целью снижения затрат мощности на измельчение прочных стеблей соевой соломы разработан измельчитель-разбрасыватель валкообразователь с использованием на измельчающем барабане и противорежущем брусом ножей сегментного типа. Измельчающий барабан выполнен в виде ротора с двумя рядами шарнирно закрепленными на них по двухзаходной винтовой линии рабочими органами для уравнивания. Рабочие органы обоих рядов расположены равномерно по окружности и в определенный момент времени с измельчаемой массой взаимодействует только один рабочий орган, что обеспечивает снижение пульсации нагрузки на вал измельчающего барабана.

Сбор половы при уборке сои может производиться половосборником [1]. Полова перемещается шнеком вправо по ходу движения комбайна, всасывается и нагнетается центробежным вентилятором – швырялкой в транспортное средство 2 ПТС-4793 А-03, агрегатируемое трактором класса 1,4 кН.

Корытообразный шнек диаметром 0,2 м, шагом 0,24 м и частотой вращения  $3,7-4,0 \text{ с}^{-1}$  обеспечивает подачу половы во всасывающий пневмополовопровод до  $1,2 \text{ кг/с}$ , а вентилятор-швырялка создает скорость воздушного потока на нагнетании от 14 до 15 м/с при частоте вращения от 20 до  $25 \text{ с}^{-1}$ .

Определенный интерес представляет схема уборки сои со сбором половы в копнителе с перемещением, измельчением и разбрасыванием стеблей соломы за боковины копнителя влево и вправо с разгрузкой половы на стерню [2].

Технологический процесс включает сбор половы при сходе ее со скатной доски комбайна в копнитель. Копнитель выполнен навесным с корытообразным распределительным кожухом с левой и правой навивкой спирали винта и измельчающими ножами на валу и противорежущими пластинами на кожухе шнека, с отводом соломы за боковины. Для сбора половы содержит накопительную камеру с двумя шарнирными боковинами, переходящими в днище и сеткой, закрывающей верхнюю часть копнителя. Выход половы при скорости движения комбайна 7 км/ч на уборке сои урожайностью 1,75 т/га составляет до 2,15 т/га. Объем копнителя, с учетом оптимальных параметров по длине, ширине и высоте на основании проведенных исследований составляет  $4,5 \text{ м}^3$ , при кратности разгрузки бункера зерна и копнителя 1:5.

В разработанном устройстве для сбора половы использовано недорогое переоборудование сое зернового комбайна со сбором половы в дополнительный бункер (рис. 2) по мере наполнения которого производится разгрузка половы на стерню [3].

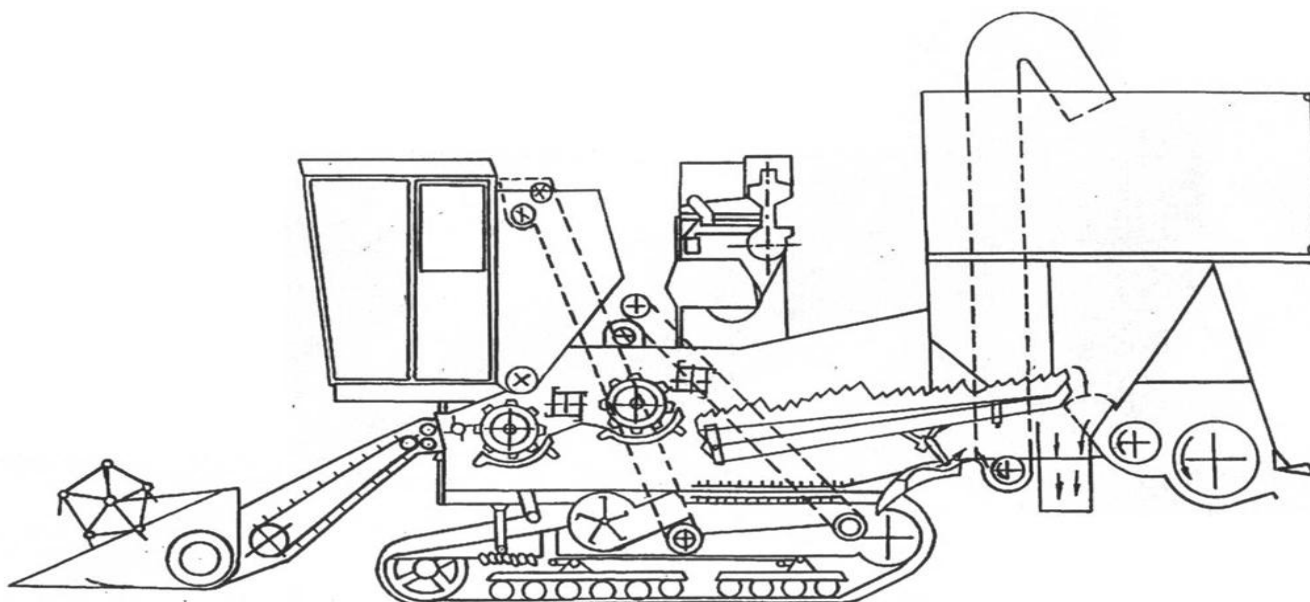


Рис. 2 – Схема сое зернового комбайна со сбором половы в дополнительный бункер

Собранную полову для доставки в кормоцех подбирают всасывающе–нагнетательным устройством [4].

Всасывающе-нагнетательное устройство содержит редуктор, вентилятор всасывающий и нагнетательный пневмополовопроводы, которое на начальном участке имеет заборное устройство в виде суживающего сопла с меньшей площадью живого сечения, обеспечивающего эффективное всасывание половы, а на конце нагнетательного пневмополовопровода вентилятора установлен регулируемый направлятель половы для полного заполнения объема транспортного средства.

Разработанное всасывающе-нагнетательное устройство работает с трактором класса 1,4 кН при числе оборотов ВОМ трактора 500 и 1000 об/мин с мультипликатором и диаметрами пневмополовопроводов 250-300 мм. С площадью живого сечения всасывающего и нагнетательного окна пневмополовопроводов от 0,05 до  $0,07 \text{ м}^2$  и за счет мультипликатора создает частоту вращения вентилятора от ВОМ трактора 1,4 кН от  $16,6$  до  $25 \text{ с}^{-1}$  для обеспечения скорости воздушного потока до 18 м/с. В целях предотвращения загрязнения половы почвой устанавливается с помощью фиксирующего устройства необходимая высота (не более 100 мм) расположения всасывающего пневмополовопровода над уровнем почвы.

Внедрение разработанных устройств обеспечивают дополнительный сбор половы для животноводства, а за счет качественного измельчения, разбрасывания и заделки в почву соломы – повышение урожайности и эффективности (табл. 1).

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели вариантов уборки сои со сбором половы, измельчением и разбрасыванием соломы

Наименование показателя	Комплекс машин	
	базовый	новый
1	2	3
Уборка сои	Енисей - 1200	Енисей – 1200 + ИРВС-1200+копнитель+вентилятор+трактор МТЗ-80+2ПТС4-793А-03
Площадь, га	160	160
Урожайность, т/га	1,50	1,57
Валовый сбор, (зерна/половы) т	240/-	251,2/70,3
Полные затраты основной/побочной, тыс. р.	1625,3/-	1627,4/24,0
Выручка от реализации основной/побочной, тыс. р	2072,4/-	2169,3/120,9
Прибыль от роста урожайности и сбора половы, тыс. р	-	1198,2
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в пересчете на плановый объем работ на 1 комбайн, год	-	2

Результаты экономической оценки разработанной технологии позволяют дополнительно собирать 70,3 тонны кормовых единиц ценного высокобелкового корма для животноводства, повышать урожайность сои и других культур за счет внесения в почву измельченной соломы. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в пересчете на плановый объем работ на 1 комбайн составляет 2 года.

#### Список литературы / References

1. Способ приемки очесанного зернобобового вороха, домолота и очистки с выделением кормовой, семенной и товарной фракций зерна сои и устройство для его осуществления: пат. 2565294 Рос. Федерация: В07В9/00, В02С9/00, А01F12/00 / С. П. Присяжная, М. М. Присяжный, А. Н. Панасюк, М. И. Татаринов, Р. Е. Самсонов, И. М. Присяжная, А. А. Вельмякина; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ДальНИИМЭСХ. – № 2014126019/03; заявл. 2014.06.26; опубл. 2015.10.20, Бюл. № 29. – 4 с. : ил
2. Совершенствование технологии сбора половы с измельчением и разбрасыванием соломы при комбайновой уборке сои: монография / С. П. Присяжная [и др.] – Благовещенск: ДальГАУ, 2013. – 202 с. : ил.
3. Способ сбора биологического урожая сои с измельчением и разбрасыванием соломы и устройство для его осуществления: пат. 2506737 Рос. Федерация, А01D91/04, А01D45/22 / А. Н. Панасюк, С. П. Присяжная, М. М. Присяжный, И. М. Присяжная, К. А. Калентьев, Т. А. Малышевский; заявитель и патентообладатель ГНУ ДальНИИПТИМЭСХ Россельхозакадемии. – № 2011134977/13; заявл. 2011.08.19; опубл. 2013.02.27, Бюл. № 5. – 6 с. : ил
4. Всасывающе-нагнетательное устройство для сбора половы: пат. 2554997 Рос. Федерация, А01D87/10 / С. П. Присяжная, М. М. Присяжный, А. Н. Панасюк, И. М. Присяжная, И. М. Айбатов; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ДальНИИМЭСХ. – № 2013135633/13; заявл. 2011.08.29; опубл. 2015.07.10, Бюл. № 19. – 4 с. : ил

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Sposob priemki ochesannogo zernobobovogo vorokha, domolota i ochistki s vydelenniem kormovoy, semennoy i tovarnoy fraktsii zerna soi dlia ego osushchestvleniya [Method for accepting combed legume heap, grinding and cleaning with the separation of fodder, seed and commercial fractions of soybean grain and a device for its implementation]: Pat. 2565294 Russian Federation: В07В9/00, В02С9/00, А01F12/00/ S.P. Prisiazhnaya, M.M. Prisiazhniy, A.N. Panasyuk, M.I. Tatarinov, R.E. Samsonov, I.M. Prisiazhnaya, A.A. Velmyakina; Applicant and patent holder: FSBEU DalSRIMEF - No. 2014126019/03; Claimed. 2014.06.26; Publ. 2015.10.20, Bul. № 29. - 4 p.: fig. [In Russian]
2. Sovershenstvovaniye tehnologii sbora polovy s izmelcheniem i razbrasyvaniem solomy pri kombaynovoy uborke soi: monografiya [Improving technology of chaff harvesting with chopping and scattering of straw in the harvesting of soybeans]: monograph / S.P. Prisiazhnaya [et.al.] - Blagoveshchensk: DalSAU, 2013. - 202 p.: fig. [In Russian]
3. Sposob sbora biologicheskogo urozhaya soi s izmelcheniem i razbrasyvaniem solomy i ustroystvo dlia ego osushchestvleniya [Method for harvesting a biological soybean crop with chopping and spreading of straw and a device for its implementation]: Pat. 2506737 Rus. Federation, А01D91/04, А01D45/22 / A.N. Panasyuk, S.P. Prisiazhnaya, M.M. Prisiazhniy, I.M. Prisiazhnaya, K.A. Kalentiev, T.A. Malyshevsky; Applicant and patent holder: SSI DalSRPTIMEA Russian agricultural academy. - No. 2011134977/13; app. 2011.08.19; publ. 2013.02.27, Bul. No. 5. - 6 p.: fig. [In Russian]
4. Vsasyvayushche-nagnetatelnoye ustroystvo dlia sbora polovy [Suction-discharge device for collection of chaff]: Pat. 2554997 Rus. Federation, А01D87/10 / S.P. Prisiazhnaya, M.M. Prisiazhniy, A.N. Panasyuk, I.M. Prisyazhnaya, I.M. Aibatov; Applicant and patent holder of FSBEU DalSRIMEF. - No. 2013135633/13; app. 2011.08.29; publ. 2015.07.10, Bul. No 19. - 4 p.: fig [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.081>Сон М.П.<sup>1</sup>, Савич С.А.<sup>2</sup>, Землянухин А.Д.<sup>3</sup>, Шестаков А.П.<sup>4</sup><sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент, <sup>2</sup>старший преподаватель, <sup>3</sup>магистрант,

Пермский национальный исследовательский институт,

<sup>4</sup>Младший научный сотрудник,

Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук, г.Пермь, Россия.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS****Аннотация**

В статье рассмотрена проблема проектирования узла сопряжения балки с колонной в металлическом каркасе многоэтажных жилых зданий. На основе зарубежного опыта рассчитано фланцевое соединение для нового сортамента прокатных двутавров. В сравнении с серией 2.440-2 фланцевых соединений, спроектированный узел имеет существенно более простую конструкцию. Был произведен расчет в программном комплексе Ansys Workbench, в результате получена математическая модель. В лаборатории ПНИПУ выполнены натурные испытания узлов. Данные полученные из эксперимента имеют хорошую корреляцию с математической моделью.

**Ключевые слова:** металлический каркас, фланец, высокопрочные болты, математическая модель, Ansys, фланцевые соединения.

Son M.P.<sup>1</sup>, Savich S.A.<sup>2</sup>, Zemlyanukhin A.D.<sup>3</sup>, Shestakov A.P.<sup>4</sup><sup>1</sup>PhD in Engineering, Associate Professor, <sup>2</sup>Senior Teacher, <sup>3</sup>Undergraduate Student,

Perm National Research Polytechnic University,

<sup>4</sup>Junior Research Associate,

Institute of Continuum Mechanics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia.

**MATHEMATICAL MODELING OF FLANGE CONNECTIONS IN ANSYS SOFTWARE COMPLEX****Abstract**

The article deals with the problem of designing a gripper-arm interface of a beam with a column in a metal frame of multi-storey residential buildings. Based on foreign experience, a flange connection for a new assortment of rolled I-beams is calculated. In comparison with the 2.440-2 series of flange connections, the designed unit has a much simpler design. The calculation was carried out in the software complex Ansys Workbench, resulting in a mathematical model. Full-scale tests of the gripper-arm interface were carried out in the laboratory of Perm National Research Polytechnic University. The data obtained from the experiment correlate well with the mathematical model.

**Keywords:** metal frame, flange, high-strength bolts, mathematical model, Ansys, flange connections.

В современном мире развитие строительных технологий не стоит на месте. Ежегодно в России вводят в эксплуатацию около 80 млн квадратных метров жилья. Цифра эта хоть и велика, но теряется в сравнении с Китаем, где дома строятся с поразительной скоростью. На пятнадцать этажный отель может уйти 6 дней. Китай преследует тенденцию уменьшения строительно-монтажных работ выполняемых на строительной площадке. В результате все строительство превращается в сборку конструктора. Естественно, подобная скорость монтажа становится достижима при использовании фланцевых соединений. Основным достоинством которых являются [1]:

1. Простота сборки, что отражается на сроках сдачи объекта.
2. Монтаж может производиться при любых климатических условиях.
3. Высокая надежность, в том числе при действии динамических нагрузок.

Из минусов стоит отметить:

1. Сложность изготовления. Все неточности, допущенные при изготовлении, могут отразиться на качестве выполняемых работ.

При монтаже фланцевых соединений применяют высокопрочные болты, классов прочности от 8.8 и выше. В России в основном используют болты класса прочности 10.9, выполненных из стали 40X «селект». Перед установкой болты необходимо кипятить в течении 10-15 минут, после чего промыть в смеси состоящей из 70% неэтилированного бензина и 30% масла. Соединение фланцев выполняется с преднатяжением болтов, выполняемое динамометрическим ключом. Стянутые фланцы должны настолько плотно примыкать друг к другу, что щуп 0,1мм не должен проходить между ними. Контролю затяжки подлежат все болты. При уходе от технологии монтажа возможно появление дефектов. Одна из главных причин неточностей связана с тем, что при приварке фланцев к балкам возникают остаточные сварочные деформации, приводящие к появлению во фланцах грибовидности - дефекту сварных листовых металлических конструкций, проявляющегося в их выпучивании. Перепад поверхностей (депланация) стыкуемых деталей должен быть ликвидирован механической обработкой путем образования плавного скоса.

На данный момент в России процент многоэтажных жилых зданий с использованием металлического каркаса практически равен нулю. Для сравнения во всех развитых странах процент подобных зданий составляет 40 и выше. Одна из причин такой ситуации - отсутствие в России подходящего сортамента металлического проката двутавров [2]. Выпускаемый прокат имеет большую номенклатуру по ширине и высоте, что сильно усложняет стыковку элементов. Кроме того, колонный двутавр имеет минимальную толщину стенки, не позволяющую выполнить узел примыкания балки без усиления.

Но даже с выходом нового сортового проката картина не изменится. Со времен СССР конструкции фланцевых соединений не пересматривались. Также строительство жилых зданий на металлическом каркасе не развивалось. До сих пор самыми известными и масштабными объектами остаются сталинские высотки, построенные в конце 1940-х годах.

Типовые узлы фланцевых соединений, изложенные в серии 2.440-2 1989г., имеют сложную, нерациональную конструкцию (рис. 1.).

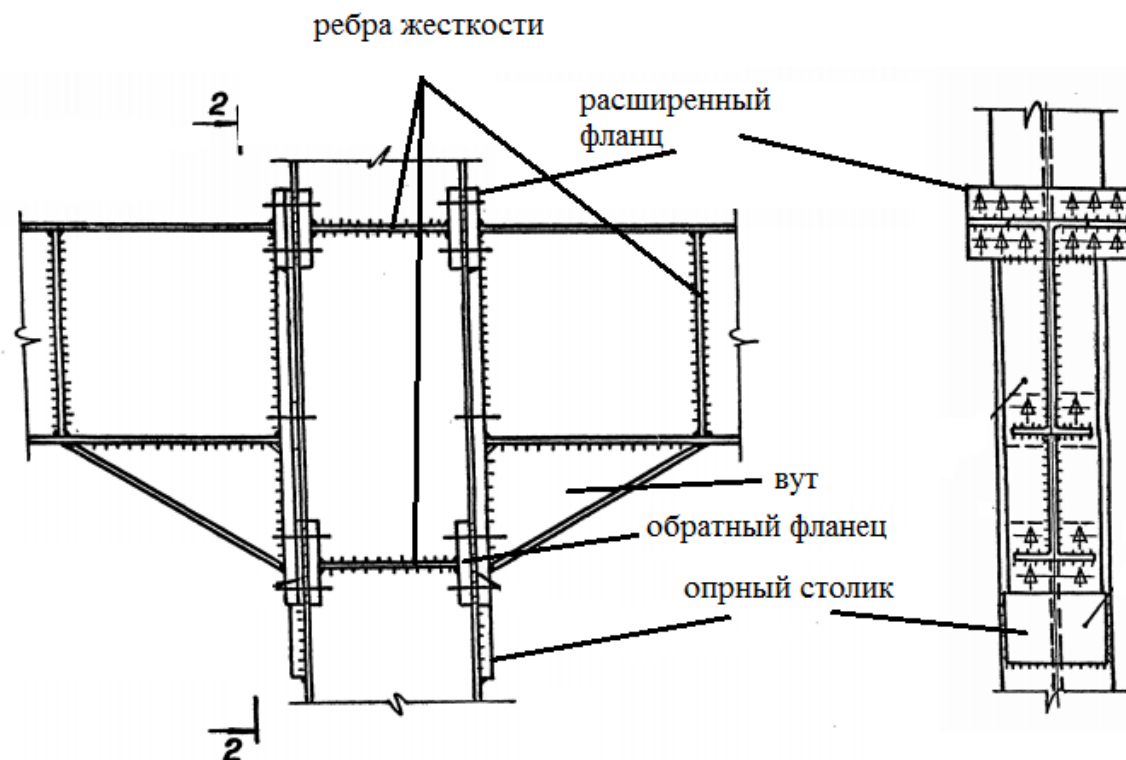


Рис. 1 – Узел серии 2.440-2

В узле присутствует множество конструктивных элементов: ребра жесткости, обратные фланцы, вуты и опорные столики, сильно усложняющие монтаж и повышающие трудоемкость и затраты на строительство.

В СССР не было мощных вычислительных комплексов, основанных на методе конечных элементов, как следствие, ответственные узлы проектировали с высоким запасом прочности, порой необоснованным. Практическое использование МКЭ началось с 50-х годов, сначала в области авиации, а затем и в других направлениях. При развитии вычислительных мощностей процессоров, появилась возможность детально моделировать конструкции. Вычислительный комплекс Ansys Workbench относится к лидерам программных комплексов конечно-элементного анализа. С помощью него возможно моделирование контактного взаимодействия, которое присутствует в поверхностях фланца и колонны. В качестве исследуемого узла был выбран узел примыкания балки к колонне, аналогичный узлам, применяемых в Америке и Европе[3-5]. Узел максимально прост, в нем отсутствуют перечисленные выше конструктивные элементы. Фланец представляет собой лист металла прямоугольной формы, без дополнительных расширений в зоне верхней полки двутавра. Геометрия математической модели выполнена в графическом редакторе Design Modeler (рис.2.), состоит из множества твердотельных элементов: болтов, сварных швов, двух балок, колонны и фланцев. Примыкания отдельных тел описаны с помощью типов контактов Bonded и Frictional. Тип контакта Bonded представляет собой полное сцепление поверхностей, используется в местах контакта сварных швов. Тип Frictional- контакт с трением, применяется во всех остальных контактируемых телах. Коэффициент трения выбран 0,2. Для упрощения модели болт выполнен одним телом с гайкой.

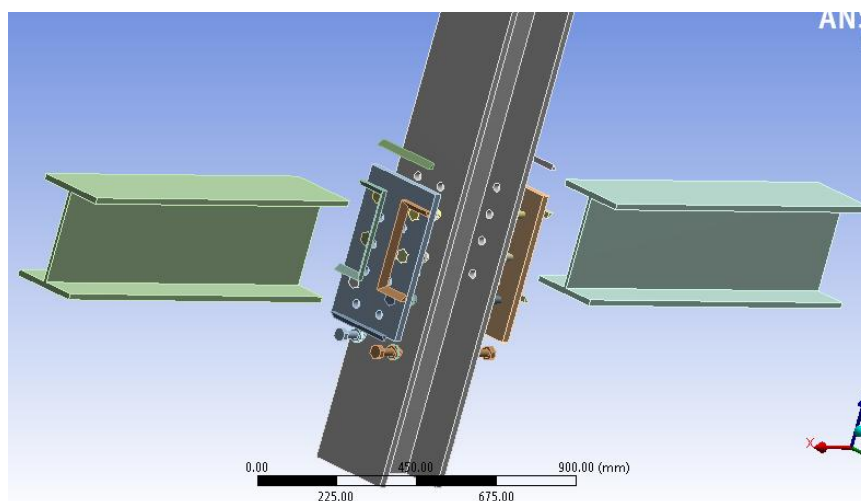


Рис. 2 – Геометрия математической модели

Ведется физически и геометрически нелинейный расчет с пошаговым приращением нагрузки. Изначально заложено 20 шагов. На первом шаге происходит затяжка болтов до проектного уровня. После чего фиксируется и начинается нагрузка балок, прикладываемая на концах консолей.

Для детального описания поведения конструкции в пластике применялась полилинейная диаграмма стали С345 (рис. 3).

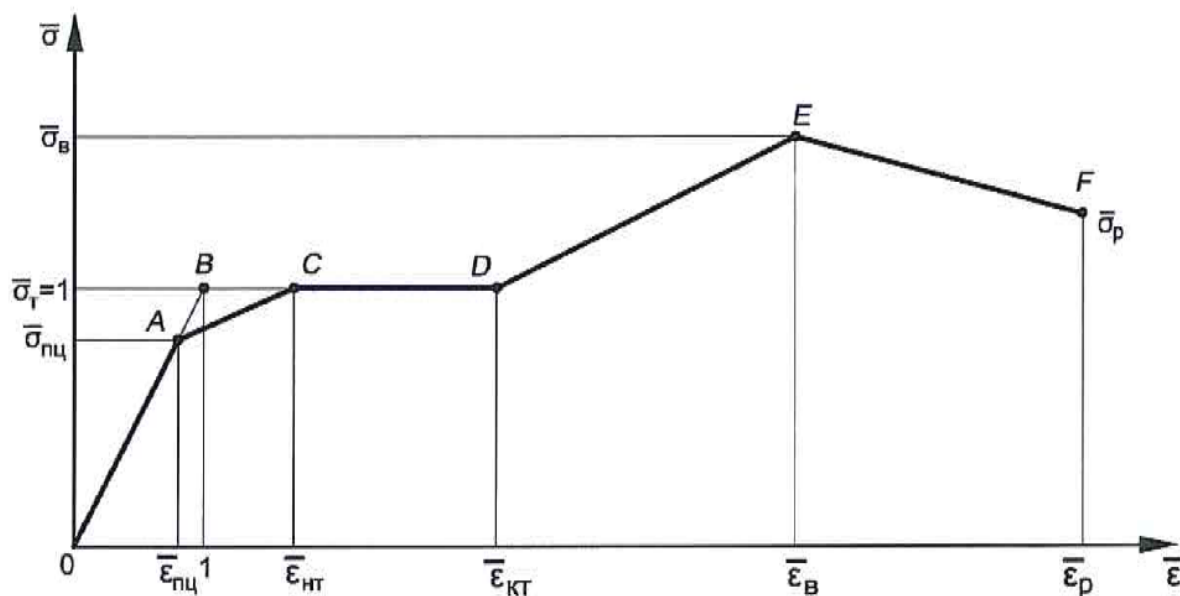


Рис. 3 – Обобщенная расчетная диаграмма работы сталей

Для болтов использовалась билинейная диаграмма Прандтля с временным сопротивлением 1100 МПа. На каждом шаге нагружения смотрим прикладываемую силу и перемещение конца консоли, строим график зависимости перемещения от нагрузки (рис.5.). При максимальной нагрузке в 45 тс с двух сторон узла, наблюдаются: изгиб фланцев по сложной форме, потеря устойчивости сжатой стенки колонны, большое удлинение болтов, предшествовавшее их разрыву. В конструкции узла нет ярко выраженных слабых мест. Разрушение возможно по различному сценарию, что говорит о рациональности узла.

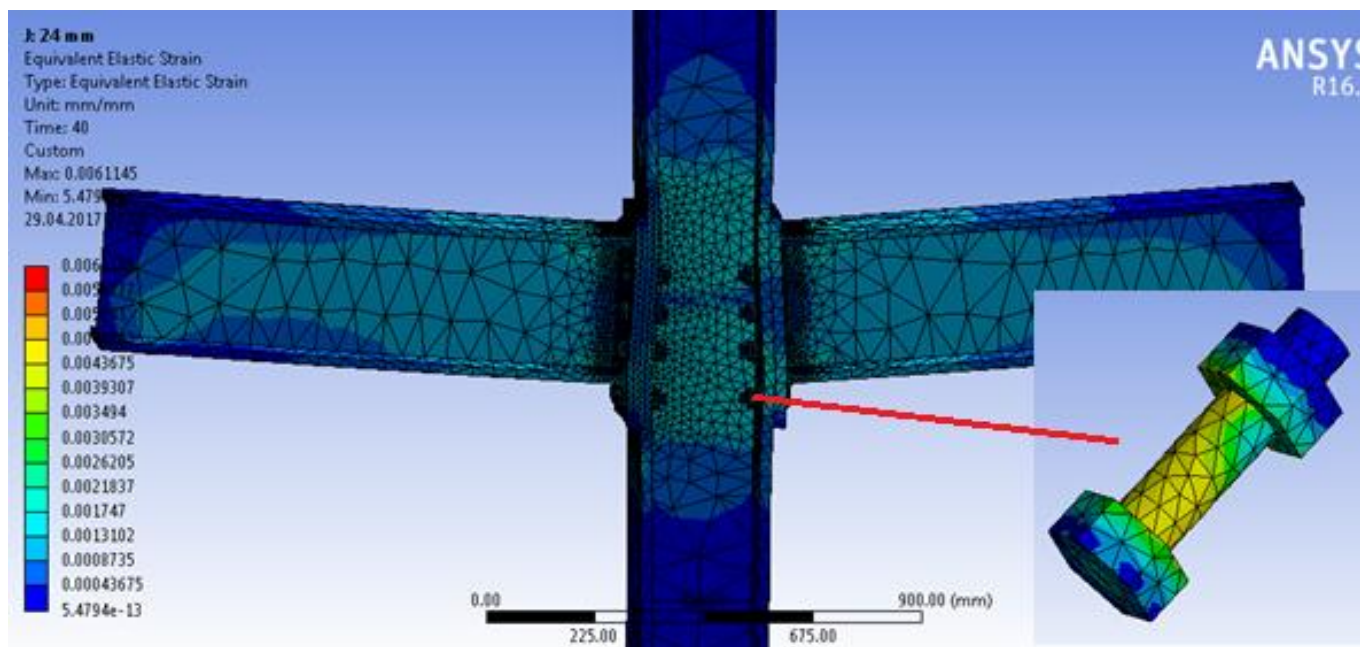


Рис. 4 – Напряженно деформированное состояние узла, болта



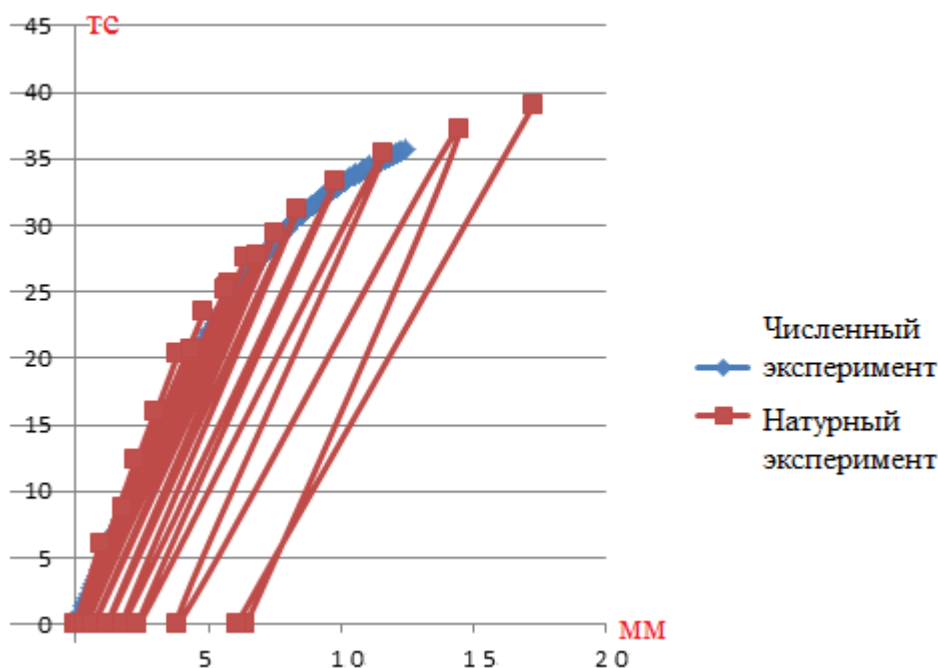


Рис. 5 – Графики зависимости перемещение конца балки от нагрузки

На данный момент в лаборатории Пермского национального исследовательского политехнического университета подготовлен испытательный стенд, позволяющий создавать нагрузку на испытуемый образец до 200т. На данном стенде, в настоящее время, проводятся испытания фланцевых соединений масштабных образцов в натуральную величину. Нагрузка на образцы прикладывается ступенями с последующей разгрузкой, что позволяет отслеживать появление и наличие остаточных пластических деформаций (см. рис.5.). После проведения серии испытаний, был произведен анализ расчетных и экспериментальных данных. Графики показали хорошую корреляцию, что говорит о корректной математической модели. Выбранный узел показал высокую несущую способность, равнопрочную несущей способности самой балки.

В дальнейшем планируется провести испытания образцов с разными толщинами фланцев. Сопоставив все испытания с математической моделью, можно с уверенностью говорить о замене натурных испытаний вычислениями, что существенно снизит затраты на проектирование. Подобрал наиболее простое и надежное решение, удастся снизить затраты на строительство зданий из металлического каркаса.

#### Список литературы / References

1. Катюшин В.В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения. — М.: Стройиздат, 2005. — 450 с.
2. Сон М.П., Конин Д.В. Фланцевые соединения балок с колоннами в стальных каркасах жилых и общественных зданий / М.П. Сон, Д.В. Конин // Строительная механика и расчет сооружений. - № 6. – 2015. – С. 29-35.
3. EN 1993-1-8. Eurocode 3. Design of Steel Structures. Part 1.8: Design of joints. CEN, 2005.
4. BS 5950-1:2000. British standard. Structural use of steelwork in building. Part 1: Code of practice for design – Roller and welder sections.
5. Joints in Steel Construction Moment Connections. The Steel Construction Institute.1997

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Katiushin V.V. Zdanija s karkasami iz stal'nyh ram peremennogo sechenija [Buildings with skeletons of steel frames of variable section. — М.: Stroiizdat], 2005. — 450 p.
2. Son M.P. Flancevye soedineniya balok s colonnami v stalnyh karkasah zhilyh i obshchestvennyh zdaniy // stroitelnaya mekhanika i raschet sooruzhenij [Flange connections of beams to columns in steel frames in residential and public buildings / Son M.P.,Konin D.V. // Structural mechanics and construction calculation] - № 6. – 2015. – С. 29-35.
3. EN 1993-1-8. Eurocode 3. Design of Steel Structures. Part 1.8: Design of joints. CEN, 2005.
4. BS 5950-1:2000. British standard. Structural use of steelwork in building. Part 1: Code of practice for design – Roller and welder sections.
5. Joints in Steel Construction Moment Connections. The Steel Construction Institute.1997

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.119>Степанисhev Д.С.<sup>1</sup>, Розалиев В.Л.<sup>2</sup>, Ревенко В.Г.<sup>3</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-7417-6207, магистр,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-7372-8364, доцент, к.т.н.,<sup>3</sup>ORCID: 0000-0002-8716-8476, магистр,

Волгоградский государственный технический университет

**АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА****Аннотация**

*В работе рассматривается проблема автоматизации учета активности человека, мониторинга его антропометрических данных. Рассматриваются существующие популярные аналогичные программные продукты, состав реализуемых ими функций. Приводится краткий перечень функций разрабатываемого сервиса и основная структура предлагаемого решения, созданного в виде конфигурации на платформе 1С, и показан пример по созданию программы тренировок на основе данных человека. Делается вывод о целесообразности разработки подобного сервиса.*

**Ключевые слова:** программа тренировок, план питания, автоматизация деятельности фитнес клуба, 1С платформа.

Stepanishchev D.S.<sup>1</sup>, Rozaliev V.L.<sup>2</sup>, Revenko V.G.<sup>3</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-7417-6207, Undergraduate Student,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-7372-8364, Associate Professor, PhD in Engineering,<sup>3</sup>ORCID: 0000-0002-8716-8476, Undergraduate Student,

Volgograd State Technical University

**AUTOMATION OF THE ACCOUNT OF HUMAN PHYSICAL ACTIVITY****Abstract**

*The article considers the problem of automating the account of human physical activity and monitoring anthropometric data. It studies existing popular analogous software products and the composition of the functions they perform. A brief list of the functions of the developed service and the main structure of the proposed solution, created as a configuration on the 1C platform is shown with an example of creating a training program based on human data. The conclusion is made about the practicability of developing such a service.*

**Keywords:** training program, nutrition plan, automation of fitness club activities, 1C platform.

На сегодняшний день занятие спортом приобрело большую популярность. Поход в тренажерный зал или фитнес-клуб стал неотъемлемой частью повседневной жизни многих людей. Каждый год в России открываются новые фитнес-центры, поэтому занятие спортом и поход в тренажерный зал становится актуальнее, количество занимающихся увеличивается. Однако, для некоторых людей в связи ускоренным ритмом жизни зачастую не хватает времени следить за своим здоровьем и телом. Постоянный рост комплексной механизации и автоматизации производства, развитие транспортной системы, обуславливают постоянное уменьшение мышечных напряжений в жизни человека. Низкая двигательная активность способствует росту заболеваемости населения. В современном обществе, особенно в условиях городской жизни, человек практически избавлен от физических нагрузок.

Еще одна стремительно набравшая популярность часть здорового образа - правильное питание. Все чаще люди предпочитают здоровую пищу и соблюдают правильный рацион питания. И чтобы добиваться результатов от занятий спортом, правильное питание просто необходимо. Правильное питание – это половина успеха ведения здорового образа жизни.

Все это вместе с бурным развитием информационных технологий, мобильных устройств и средств передачи данных, делает задачу создания сервиса автоматизации учета физической активности человека.

В связи с большим спросом в занятии спортом и ведения здорового образа жизни, стало появляться все больше фитнес-центров. Любой фитнес-центр имеет большое количество различных тренажеров. Зачастую многие люди просто не знают, как пользоваться тем или иным оборудованием, как делать упражнения, чтобы не навредить своему здоровью и при этом получать положительный результат от тренировки.

Можно наблюдать прямую зависимость: увеличение спроса ведет к увеличению предложения. На рынке программного обеспечения появляется все больше сервисов, направленных на упрощение и помощь при занятиях спортом и составлении программы питания. Но не многие из имеющихся приложений способны в полной мере стать помощниками для достижения поставленной цели пользователем. Каждый человек уникален и имеет свои особенности строения тела и организма, поэтому питаться и заниматься спортом, нужно по индивидуальному плану. Как составить этот индивидуальный план знают только специалисты, но обращаться к ним за помощью достаточно затратно.

## 1. Обзор существующих аналогов

Предлагаю рассмотреть подробнее несколько аналогов предложенных мною сервиса. Для начала стоит отметить, что комплексного приложения по составлению питания или программы тренировок, а также ведению учета деятельности фитнес центра нет.

Разобьем аналоги на три категории:

- Сервисы по составлению программы тренировок
- Сервисы по составлению питания
- Программные продукты для автоматизации учета деятельности фитнес центра



Сервисы по автоматическому составлению программы тренировок. Зачастую данный вид сервиса представлен в виде странички сайта, на которой есть форма заполнения начальных реквизитов пользователя, куда мы заполняем рост, вес, возраст, цель. Сразу же мы получаем упорядоченный список упражнений. Одним из недостатков большинства подобных сервисов является то, что они платны. Бесплатно можно попробовать составить демо-версию программы. К тому же, эти сервисы условно индивидуальны. То есть они подбирают программу тренировок под ваши антропометрические данные, но не присутствует возможность их корректировки на случай, если предложенная программа окажется для вас неэффективной.

Сервисы по автоматическому составлению питания.

Сервисы по составлению плана питания достаточно однообразны. Необходимо заполнить несколько реквизитов, таких как рост, вес, возраст, пол и программа питания будет рассчитана автоматически, а также различного рода показатели, например, индекс массы тела, расчет калорий и т.д.

Программные продукты по автоматизации ведения учета деятельности фитнес-центра. Пожалуй, самый крупный аналог по данному направлению – это 1С. Их программный продукт 1С:Фитнес-клуб позволяет использовать широкие возможности для эффективной организации фитнес-бизнеса и улучшения финансовых показателей. К его функциям можно отнести: работа с клиентами, учет финансов, управлением персоналом, учет запасов на складе, проведение маркетинговых мероприятий, ведение аналитики о работе фитнес клуба. Однако, существует и ряд недостатков данной программного продукта. Во-первых, никакого учета физических показателей клиентов, невозможность составлять программы тренировок и питания. Наиболее значимым недостатком автоматизированной системы – это цена. Стоимость одного рабочего места составляет - 50000 руб.

## 2. Предлагаемое решение

Как можно заметить, все три вида аналогов решают кардинально разные задачи. Единого программного продукта, в котором были бы реализованы решения всех задачи, которые выполняют аналоги, на данный момент нет. В связи с этим и возникла потребность в создании такого продукта.

Использование данной системы будет полезно как для людей, которые впервые пришли в спортзал, так и для спортсменов со стажем. И новичок, и опытный спортсмен в приложении найдет для себя необходимые функции и полезную информацию. Используя описанный сервис, пользователь намного быстрее добьется поставленной цели, при этом тратя меньше сил и времени на их достижение, чем занимаясь самостоятельно.

Под программой тренировок мы будем понимать весь комплекс необходимых подготовительных мероприятий для достижения поставленной пользователем цели. К этим мероприятиям мы относим:

- определение физиологического типа пользователя — соматотипа;
- составление рациона питания исходя из потребности пользователя в питательных веществах (белках, жирах, углеводах);
- составление распорядка дня, формирование расписания питания и тренировок пользователя с учетом его образа жизни и физиологических особенностей;
- формирование тренировочного комплекса, исходя из физиологических особенностей пользователя и его личных предпочтений;
- ведение тренировочного дневника и учета веса с целью внесения корректировок в программу тренировок.

Для достижения максимального результата, высокой степени тренированности и хорошей работоспособности, спортсмену необходимо соблюдать строгий режим, правильно распределять время работы, отдыха, питания и сна. Учитывая особенности найденного соматотипа, программа составит распорядок дня и подскажет необходимое количество приемов пищи, где учтет личные предпочтения, образ жизни, время и количество тренировок, а также рабочее время и отдых спортсмена

При занятиях спортом, тренирующемуся необходимо правильно питаться. При нехватке питательных веществ в организме эффект от тренировки будет низким. В зависимости от определенного ранее соматотипа, режима и распорядка дня приложение сформирует для пользователя правильный и полезный рацион питания.

Возможностями программы можно будет пользоваться не только через основную конфигурацию, но и используя мобильное приложение. Система будет находиться всегда под рукой в телефоне пользователя, который он сможет взять с собой в спортивный зал и делать пометки во время тренировки или отмечать каждый свой прием пищи.

## 3. Автоматизация создания программы тренировок эксперимент

В ходе исследования была разработана основная конфигурация на базе платформы 1С. В подсистеме «Тренировочный процесс» присутствуют все необходимые объекты конфигурации для автоматизации процесса составления программы тренировок.

Создание программы тренировок для конкретного человека. Для того чтобы составить программу тренировок, переходим в аналогичный документ, выбираем, для кого она будет составлена. Нажимаем кнопку «Составить программу». В результате получаем составленную программу для конкретного человека. Также в программе отображается персональный тренер клиента.

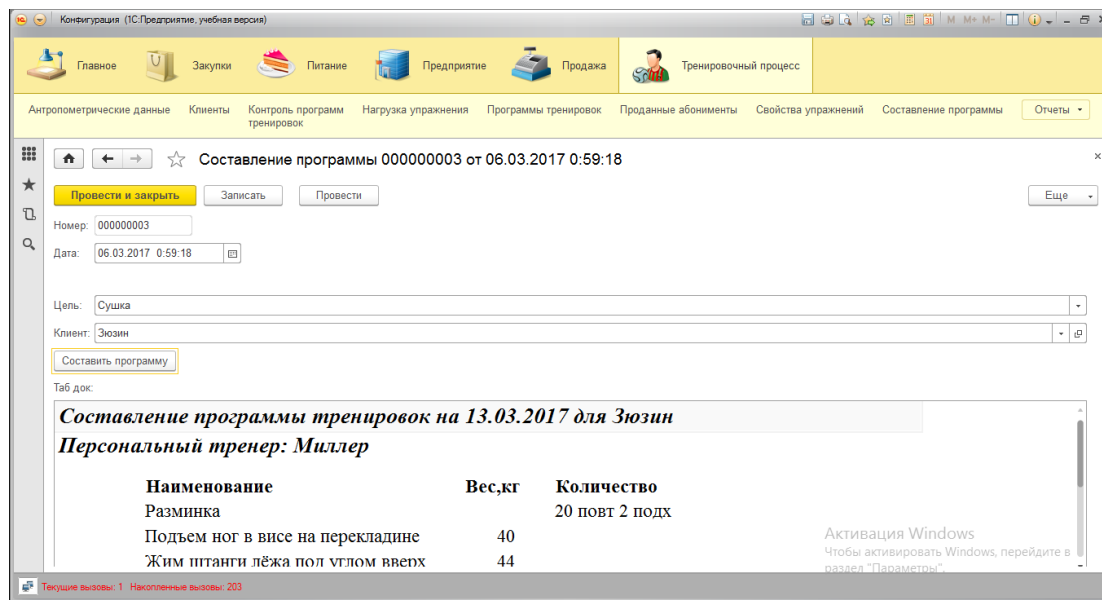


Рис. 1 – Составленная программа тренировок для пользователя

### Выводы

Существующие аналоги не в полной мере способны удовлетворить потребность человека в совершенствовании. Если брать в расчет программу по автоматизации ведения учета деятельности фитнес клуба, то существует один монополист в этой области – 1С. Однако, если рассматривать в совокупности преимущества всех аналогов, то можно сделать вывод о том, что единого программного продукта нет.

В ходе исследования удалось создать конфигурацию на базе платформы 1С, которая включает в себя блок по автоматизации составлению программы тренировок и плана питания, создание новых индивидуальных программ, возможность отслеживания их эффективности и адаптации, а также автоматизация деятельности фитнес клуба.

### Список литературы / References

1. Бычкова А.С., Лунев Р.А., Тарасов А.О. Сервис автоматизации составления программ тренировок с учетом физиологических особенностей человека // Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2015) с международным участием, посвящённой 95-летию основания кафедры и университета. – Екатеринбург: УрФУ. -2015. – С. 190-193.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Bychkova A.S., Lynev R.A., Tarasov A.O. Servis avtomatizacii sostavlenija programm trenirovok s uchetoм fiziologicheskikh osobennostej cheloveka [The service of automating the creation of training programs taking into account the physiological characteristics of a person] // Sbornik dokladov IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchjonyh (TIM'2015) s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhjonnoj 95-letiju osnovanija kafedry i universiteta. – Ekaterinburg: UrFU [Collection of reports of the IV All-Russian scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists (TIM'2015) with international participation, dedicated to the 95th anniversary of the foundation of the department and university. - Ekaterinburg: UrFU]. 2015. – P. 190-193. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.031>Сысоев С.Н.<sup>1</sup>, Литвинов И.С.<sup>2</sup>, Гольцов К.В.<sup>3</sup>, Безруков Ю.С.<sup>4</sup><sup>1</sup>Профессор, доктор технических наук, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых<sup>2</sup>Аспирант, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых<sup>3</sup>Магистрант, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых<sup>4</sup>Магистрант, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых**РЫЧАЖНОЕ УСТРОЙСТВО КОРРЕКЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ЗАХВАТЕ МАНИПУЛЯЦИОННОМ МЕХАНИЗМОМ****Аннотация**

Анализируются рычажные устройства коррекции положения изделий, занимающих неопределенное положение по координате, углу и имеющих перекося относительно сопрягаемой поверхности. Описывается новый рычажный корректирующий модуль, использующий комбинированный метод коррекции положения изделий, реализующий принцип рефлекторной системы управления, который позволяет существенно повысить эффективность применения рычажных корректирующих устройств. Приводятся результаты натурных исследований предлагаемого устройства в различных вариантах конструктивного исполнения.

**Ключевые слова:** коррекция положения изделий при захвате, рычажные корректирующие устройства, рефлекторная система управления, гибкий шток.

Sysoev S.N.<sup>1</sup>, Litvinov I.S.<sup>2</sup>, Goltsov K.V.<sup>3</sup>, Bezrukov Yu.S.<sup>4</sup><sup>1</sup>Professor, PhD in Engineering, Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs<sup>2</sup>Postgraduate Student, Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs<sup>3</sup>Undergraduate Student, Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs<sup>4</sup>Undergraduate Student, Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs**LEVERAGE DEVICE FOR PRODUCT POSITION CORRECTION DURING MANIPULATING MECHANISM CAPTURE****Abstract**

The article analyzes the lever position of the correction devices that occupy an uncertain position at the coordinate, angle and having a cocking relative to the interfaced surface. A new lever correction module with a combined method for correcting the position of products which implements the principle of a reflex control system is described. It enables us to significantly improve the effectiveness of lever correction devices. The results of field studies of the proposed device in various versions of the design are presented.

**Keywords:** correction of the products position during the capture, lever correction devices, reflector control system, flexible rod.

В автоматизированных сборочных производствах постоянно возникает необходимость решения сложных задач по обеспечению захвата рабочим органом манипуляционного механизма изделия, занимающего неопределенное положение по координате и углу, а также имеющего перекося относительно сопрягаемой поверхности.

Актуальной задачей является поиск технического решения, которое позволит обеспечить захват изделия на любом уровне его расположения в пределах рабочего хода привода перемещения захвата, а также обеспечить адаптацию к возможному перекося исходного положения изделия.

Анализ показал, что наиболее эффективно с этой задачей могут справиться рычажные корректирующие устройства, обладающие как конструктивной простотой, так и простотой управления. Данные устройства реализуют принцип комбинированной адаптации, рефлекторной системы управления, где используются причинные взаимосвязи между физическими явлениями, происходящими в технологическом процессе [1].

Предпочтительными в использовании по быстродействию являются рычажные корректирующие устройства с расширенным шагом коррекции, которые выполнены с применением упругого гибкого стержня [2].

Однако в ходе анализа было выявлено, что подобные устройства имеют ограниченную область применения по номенклатуре захватываемых изделий. Например, они не могут осуществлять подъем изделия, имеющего смещенный центр тяжести относительно захвата. С одной стороны отсутствие достаточной жесткости гибкого стержня ограничивает область применения захватного корректирующего модуля, с другой стороны, для выполнения функции смещения изделия требуется максимальная гибкость стержня.

Во Владимирском государственном университете синтезирован захватный корректирующий модуль [3] с регулируемой жесткостью механизма коррекции, позволяющий существенно расширить область применения рычажных корректирующих устройств путем расширения номенклатуры захватываемых изделий.

Механизм коррекции устройства состоит из упругого гибкого стержня, выполненного с возможностью изгиба при силовом взаимодействии изделия с направляющими элементами в процессе его подъема. Гибкий стержень выполнен в виде шариковой цепочки, внутри которой установлена тяга, одним концом соединенная с захватом, а другим – через механизм натяжения с подвижным рабочим органом. Гибкий стержень может быть выполнен также в виде шариковой цепочки, заключенной в спиральную пружину, что позволяет задавать расширенный диапазон требуемой упругости гибкого стержня для работы с конкретными изделиями на различных этапах функционирования устройства.

Устройство со спиральной пружиной состоит (рис. 1) из корпуса 1 с установленными на нем направляющими элементами 2, а также привода 3 перемещения захвата с подвижным рабочим органом. Привод выполнен в виде пневмоцилиндра одностороннего действия с подпружиненной штоковой полостью.

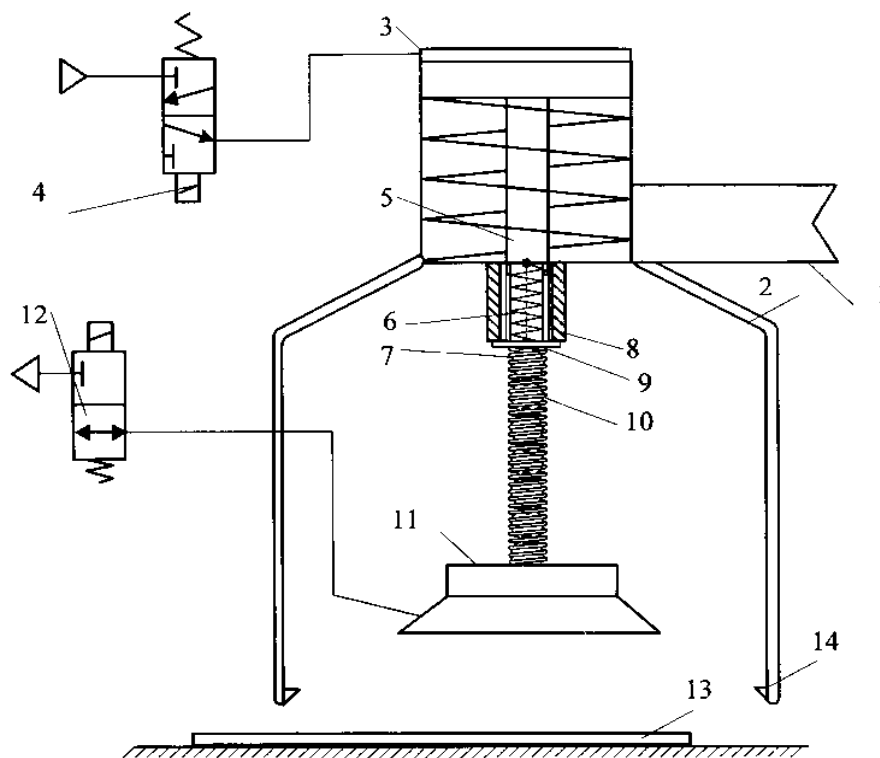


Рис. 1 – Схема корректирующего устройства с переменной изгибной жесткостью тяги

Поршневая полость соединена с пневмолинией избыточного давления воздуха через распределитель 4. На подвижном рабочем органе 5 привода через пружину растяжения 6 закреплена тяга 7, выполненная в виде шариковой цепочки.

На корпусе установлена ограничительная втулка 8, выполненная с возможностью взаимодействия с упором 9, закрепленном на тяге 7. Тяга расположена внутри спиральной пружины 10, закрепленной одним концом с ограничительной втулкой 8, а другим – с корпусом вакуумного захвата 11, рабочая камера которого выполнена с возможностью соединения с атмосферой или с линией разрежения воздуха через распределитель 12. Устройство захватывает и корректирует положение изделия 13, устанавливая его на фиксаторы 14, закрепленные на концах направляющих 2.

Схема работы корректирующего модуля показана на рис. 2. При приближении изделия к направляющим, уменьшается силовое воздействие тяги на спиральную пружину и уменьшается величина ее изгибной жесткости. Так как изделие смещено относительно требуемого положения влево, то оно соприкасается с левым направляющим. В результате их силового взаимодействия в процессе продолжающегося подъема подвижного рабочего органа происходит не только поворот захвата против часовой стрелки, но и перемещение корпуса захвата с изделием в направлении перекоса. Изделие перемещается в сторону требуемой коррекции его положения до тех пор, пока не переместится за левый фиксатор.

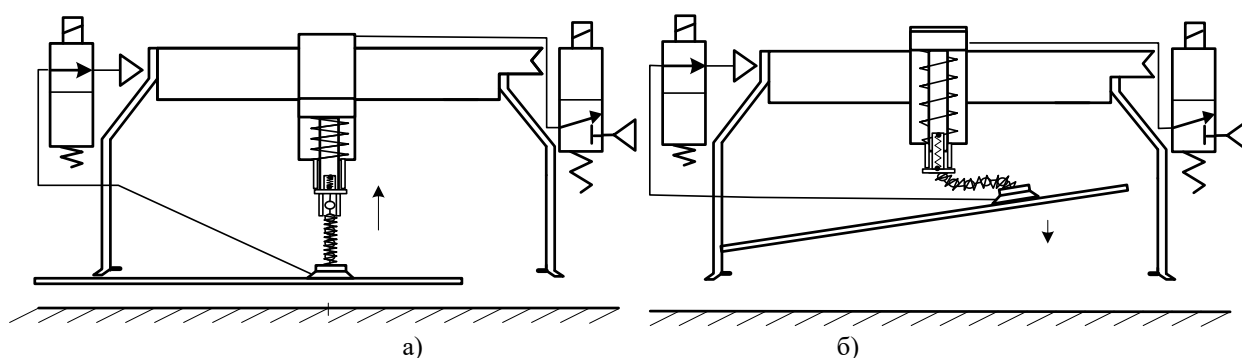


Рис. 2 – Этапы работы захватного корректирующего устройства: а) начало коррекции; б) завершение корректирующего смещения изделия.

В лаборатории кафедры автоматизации технологических процессов Владимирского государственного университета натурные исследования работы данного устройства проводились на лабораторном стенде, показанном на рис. 3.

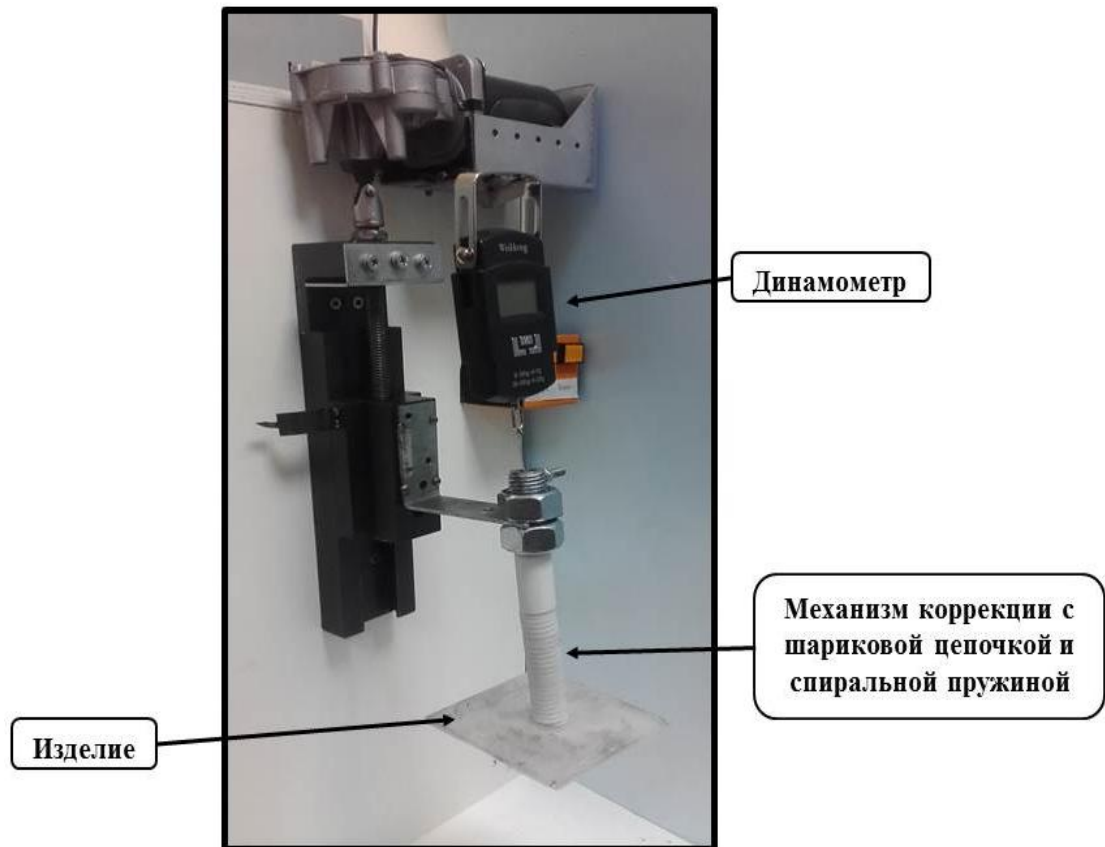


Рис. 3 – Лабораторный стенд исследования работы устройства коррекции с гибкой шариковой тягой и пружиной

Первоначально исследовались характеристики тяги, выполненной в виде шариковой цепочки без спиральной пружины. Исследуемое устройство (рис. 4) состоит из корпуса, в котором неподвижно закреплена ограничительная втулка. Гибкая тяга выполнена в виде шариков, через которые протянут гибкий нерастяжимый трос, закрепленный на изделии. Натяжением троса с силовым воздействием  $F$  изменяют изгибную жесткость тяги.

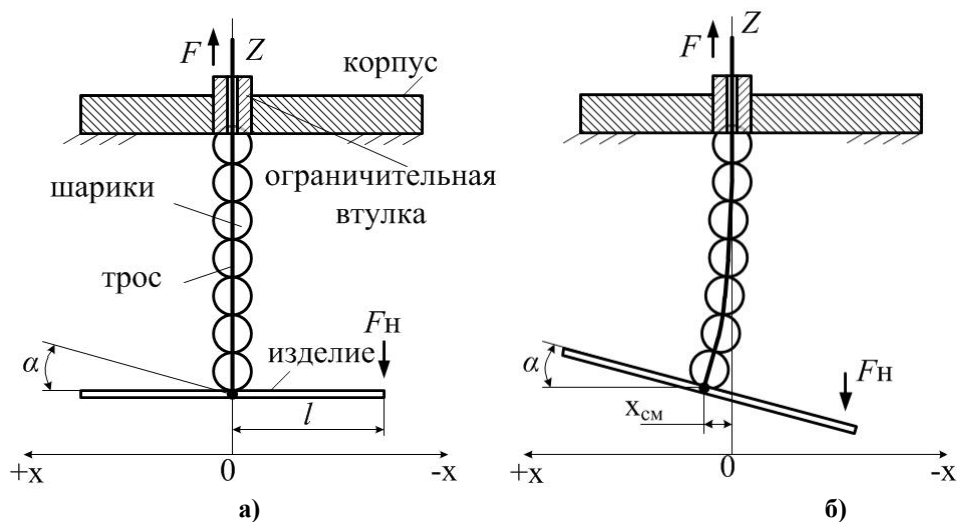


Рис. 4 – Схема исследований шариковой гибкой тяги:

а) положение звеньев при отсутствии  $F_H$ ; б) положение звеньев при наличии  $F_H$

Эксперименты проводились для различных вариантов длин тяги, выполненной из трех, пяти и семи шариков, диаметром 15мм. Вес изделия - 0, 045кг. Размер изделия 98х98х3 мм. График зависимости перегиба изделия от величины натяжения троса гибкой тяги из 3 шариков показан на рис. 5.

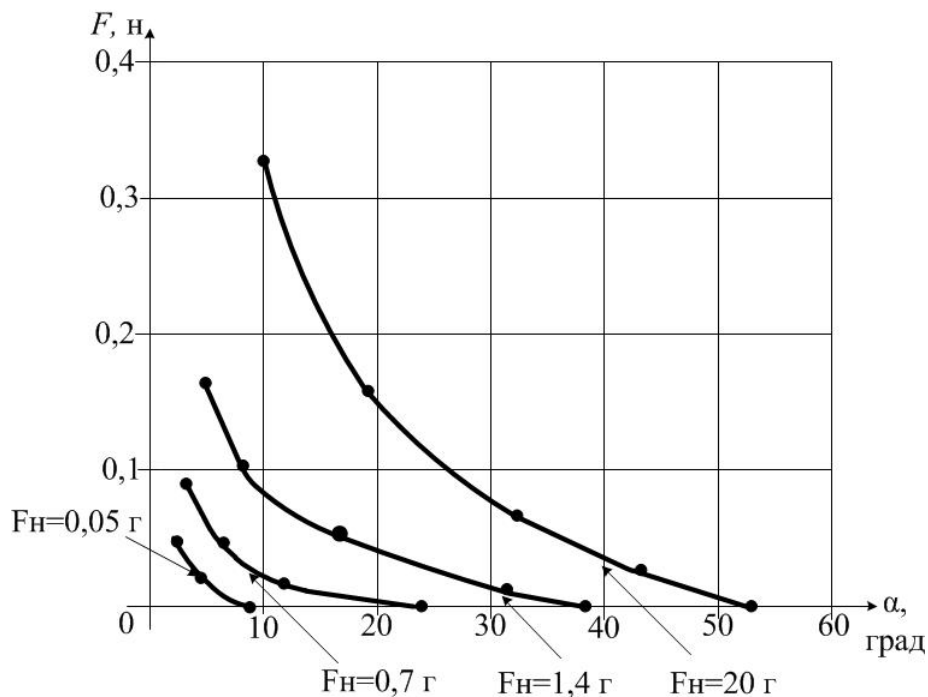


Рис. 5 – График зависимости перекаса изделия от величины натяжения троса гибкой тяги из трех шариков, где: 1, 2, 3, 4 – соответственно  $F_H = 0,05\text{ г}$ ,  $0,7\text{ г}$ ,  $1,4\text{ г}$ ,  $20\text{ г}$ .

Вторым этапом исследовалась устройство, механизм коррекции которого конструктивно выполнен с использованием гибкой шариковой тяги и спиральной пружины (рис. 6), состоящее из корпуса 1, в котором неподвижно закреплена втулка-ограничитель 2. Гибкая тяга выполнена в виде шариков 3, через которые протянут гибкий нерастяжимый трос 4, закрепленный на изделии 5. Шариковая цепочка заключена в спиральную пружину 6. Натяжением троса с силовым воздействием  $F$  сжимают пружину 6, изменяя изгибную жесткость тяги.

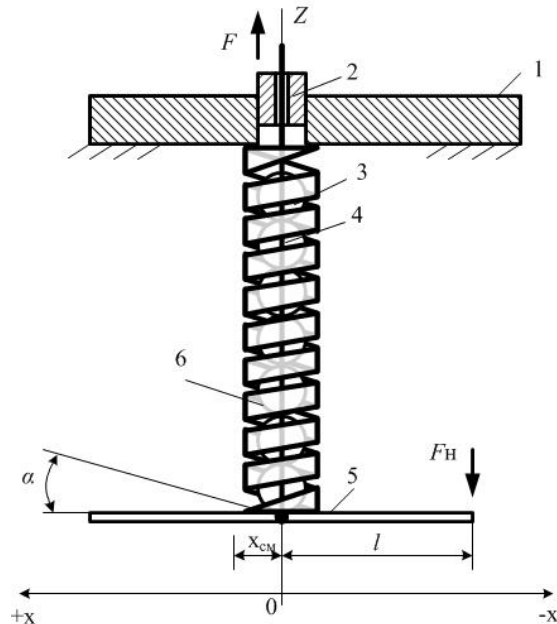


Рис. 6 – Схема измеряемых параметров работы шариковой цепочки со спиральной пружиной в исходном положении

На рис. 7 показаны схемы изменения измеряемых параметров шариков цепочки со спиральной пружиной.

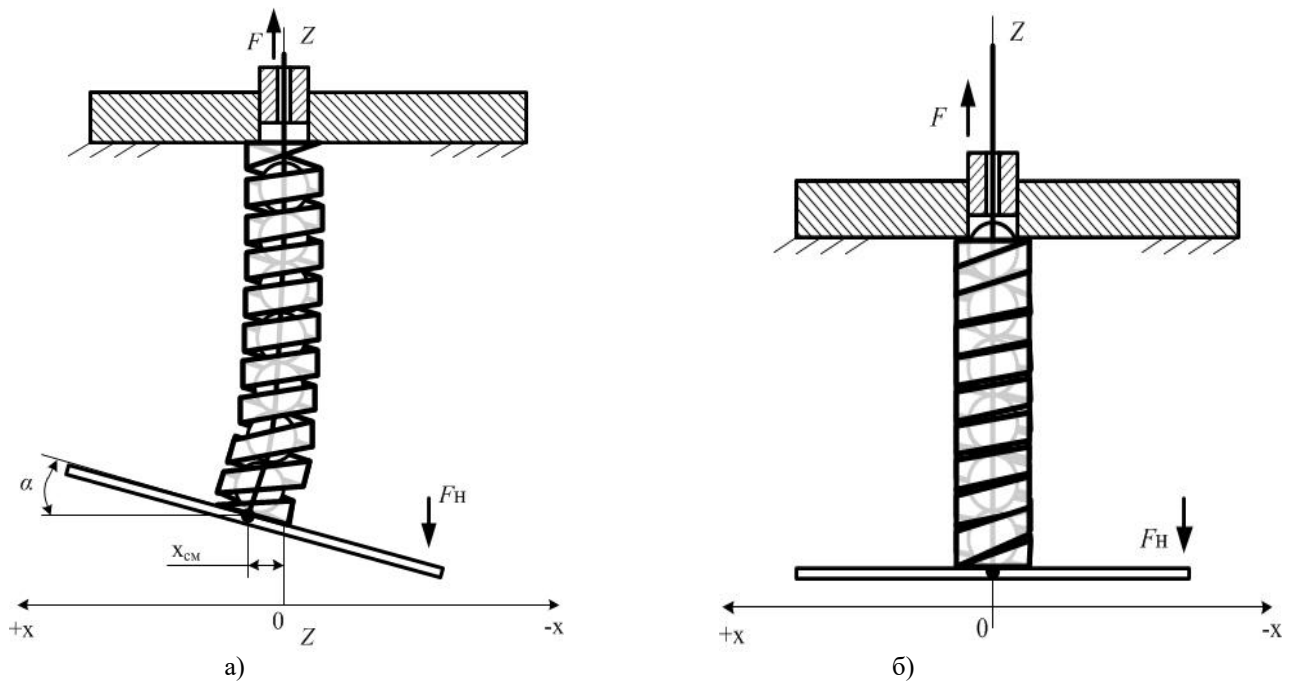


Рис. 7 – Схема изменения измеряемых параметров шариков цепочки со спиральной пружиной:  
а) при отсутствии  $F$ ; б) при наличии  $F$

Пример зависимости угла перекоса изделия от величины натяжения троса гибкой тяги показан на рис. 8. Эксперименты проводились с гибкой тягой, состоящей из семи шариков, диаметром 15мм. Вес изделия 0,045кг. Вес изделия с шариками и пружиной 0,07кг. Размер изделия 98х98х3 мм. Максимальная величина коррекции 50мм. Наружный диаметр спиральной пружины 20мм, толщина -2мм, ширина -10мм.

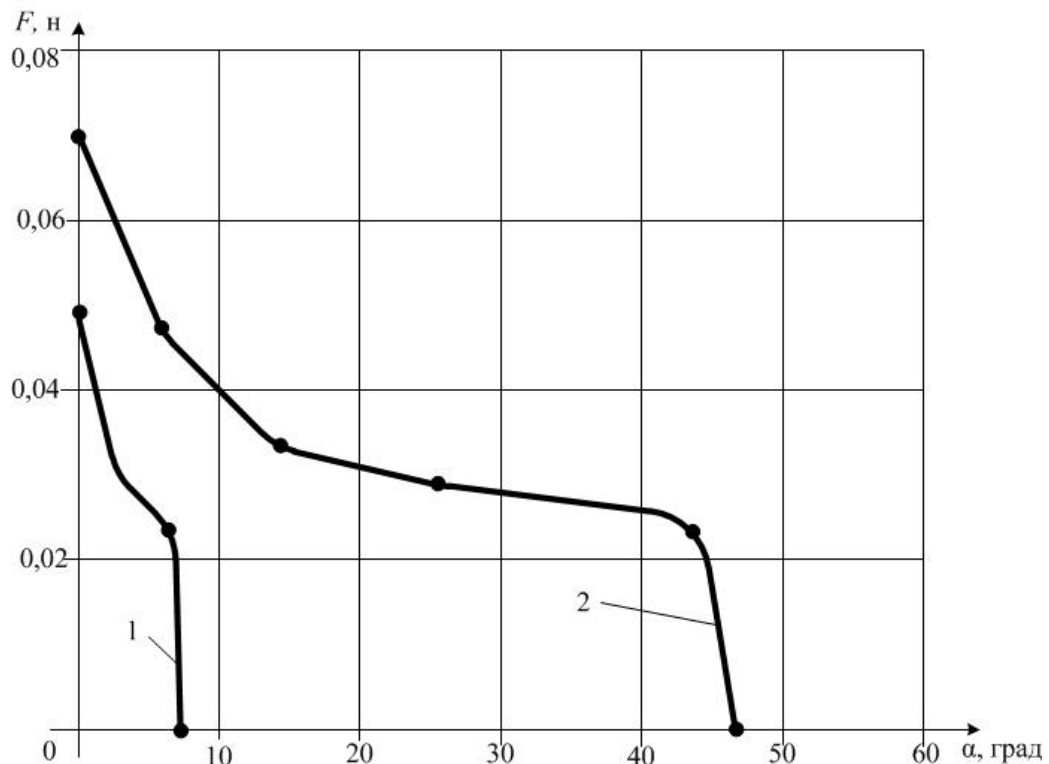


Рис. 8 – График зависимости перекоса изделия от величины натяжения троса гибкой тяги из семи шариков и пружины, где: 1, 2 – соответственно  $F_N = 0,05$ г и 20г.

Установленные зависимости величины изгибной жесткости гибкой тяги от величины натяжения троса механизма коррекции для различных вариантов исполнения шариковой цепочки показали, что количество и величина применяемых шариков в гибком штоке без использования спиральной пружины незначительно влияет на характер кривых и величину зависимости перекоса изделия от величины натяжения троса гибкой тяги. При этом подобная конструкция не обеспечивает устранения перекоса изделия до 10 градусов.

Наиболее эффективным устройством, обеспечивающим захват изделия на любом уровне его расположения и адаптацию к перекосу исходного положения изделия, является корректирующее устройство, в котором элемент коррекции выполнен в виде шариковой цепочки с тросом, помещенной в спиральную пружину.

**Список литературы / References**

1. Сысоев С.Н. Рычажные устройства автоматизированного процесса сборки изделий типа «вал-втулка» / С.Н. Сысоев, И.С. Литвинов, В.А. Овчинников // Международный научно-исследовательский журнал. – № 9(40). – Часть 2. – 2015. – С. 96-99.

2. Пат. 129044 Российская Федерация, МПК В25J 15/06. Захватный корректирующий модуль / Сысоев С.Н., Корегин А.Н., Осипов В.А., Претека Н.В. - № 2012157839; заявл. 27.12.2012, опубл. 20.06.2013, Бюл №17. – 3с.

3. Пат. 2618019 Российская федерация, МПК В 25J 15/06 Захватный корректирующий модуль / Сысоев С.Н., Литвинов И.С., Безруков Ю.С. (RU) – № 2618019 ; заявл. 21.12.2015, опубл. 02.05.17, Бюл. №13. – 3с.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. S.N. Sysoev, I.S. Litvinov, V.A. Ovchinnikov Rychazhnye ustrojstva avtomatizirovannogo processa sborki izdelij tipa «val-vtulka» [Lever type devices of “sleeve-shaft” part automatized assembly] / S.N. Sysoev, I.S. Litvinov, V.A. Ovchinnikov // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International research journal]. – № 9(40). – Part 2. – 2015. – P. 96-99. [in Russian]

2. Pat. 129044 Rossijskaja Federacija [Patent of Russia], MPK B25J 15/06. Zahvatnyj korrektrirujushhij modul' [Gripping corrective device] / Sysoev S.N., Koregin A.N., Osipov V.A., Preteka N.V. - № 2012157839; decl. 27.12.2012, publ. 20.06.2013, Bul. № 17. – 3 p. [in Russian]

3. Pat. 2618019 Rossijskaja federacija [Patent of Russia], MPK B 25J 15/06 Zahvatnyj korrektrirujushhij modul' [Gripping corrective device] / Sysoev S.N., Litvinov I.S., Bezrukov Ju.S. (RU) – № 2618019 ; decl. 21.12.2015, publ. 02.05.17, Bul. № 13. – 3 p. [in Russian]

**DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.061>**

**Уразбахтин Р.Р.<sup>1</sup>, Вавилов В.Е.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Студент, Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет,

<sup>2</sup>Старший преподаватель кафедры Электромеханики,  
Уфимский государственный авиационный технический университет

**МЕХАТРОННЫЙ ПРОТЕЗ СУСТАВА****Аннотация**

*В статье рассмотрены существующие варианты реализации протезов, а конкретнее протезы, содержащие вакуумные насосы в качестве привода, и протезы, в которых отсутствует привод. Выявлены недостатки существующих протезов. Далее в статье авторами предлагается новый вариант реализации протеза – мехатронный протез сустава, в котором отсутствуют выявленные у существующих протезов недостатки. Описаны устройство мехатронного протеза сустава, принцип работы мехатронного протеза сустава и варианты реализации системы управления мехатронным протезом сустава.*

**Ключевые слова:** протезы, недостатки существующих протезов, новый вариант реализации протеза, мехатронный протез сустава, система управления мехатронным протезом сустава.

**Urazbakhtin R.R.<sup>1</sup>, Vavilov V.E.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Student, Ufa State Aviation Technical University, <sup>2</sup>Senior Lecturer of Electro-mechanics Department,  
Ufa State Aviation Technical University

**MECHATRONIC JOINT PROSTHESIS****Abstract**

*The article examines existing options for the realization of prostheses, and more specifically, prostheses containing vacuum pumps as a drive, and prostheses with no drive. Shortcomings of the existing prostheses are discussed. The authors propose a new version of the prosthesis realization – the mechatronic joint prosthesis – with no shortcomings characteristic of the existing prostheses. Mechatronic joint prosthesis, its principles and the implementation of the mechatronic joint prosthesis management system are described in the paper.*

**Keywords:** prostheses, shortcomings of existing prostheses, a new version of the prosthesis, a mechatronic joint prosthesis, mechatronic joint prosthesis control system.

**В** настоящее время очень часто происходят аварии, результатом которых являются утрата конечностей или неизлечимые травмы конечностей человека. Для того чтобы компенсировать человеку часть возможностей, утраченных при потере конечности, прибегают к протезированию.

Раньше протез представлял собой механическое устройство, выполненное без возможности совершать свойственные человеку движения или совершать их посредством приложения внешней силы. На сегодняшний день существуют сложные мехатронные системы, которые способны совершать движения за счет установленных в них насосов или электродвигателей, а управление ими происходит либо через нервную систему человека, либо за счет слабых воздействий культи на чувствительную часть протеза [1].

В статье предлагается новый вариант реализации протеза, разработанный авторами статьи, который может послужить заменой коленного сустава или локтевого сустава. В дальнейшем предлагаемое устройство будем называть мехатронный протез сустава.

Мехатронный протез сустава относится к не имплантируемым внутрь организма протезам.

За основу мехатронного протеза взяты разработки, в которых в качестве привода используется вакуумный насос [1].



Например, известен протез коленного сустава, содержащий верхнюю часть, которая имеет верхние средства соединения, и установленную с возможностью поворота на верхней части нижнюю часть, которая имеет нижние средства соединения. При этом протез коленного сустава снабжен имеющим вход и выход вакуумным насосом, который приводится в действие за счет относительного движения верхней части относительно нижней части [2, Заявка на патент РФ №2013107603, А61F2/64, 27.08.2014].

Также известен протезный коленный сустав, содержащий верхнюю часть, которая имеет верхние средства соединения, и установленную с возможностью поворота на верхней части нижнюю часть, которая имеет нижние средства соединения. Протезный коленный сустав снабжен имеющим вход и выход вакуумным насосом, который приводится в действие за счет относительного движения верхней части относительно нижней части. Вакуумный насос интегрирован в верхнюю часть и соединен с вакуумным стволом [3, Патент РФ №2569027, А61F2/64, 21.07.2011].

Недостатками протезов, в которых в качестве привода используется вакуумный насос, являются низкая скорость выполнения протезом желаемых действий, большая масса протеза и подверженность используемого в протезе вакуумного насоса износу. Низкая скорость выполнения протезом желаемых действий обусловлена необходимостью нагнетать в нем давление для осуществления необходимого движения. Протез имеет существенную массу, так как большой массой обладает вакуумный насос. Подверженность износу вакуумного насоса, используемого в качестве привода, объясняется его конструкцией.

Стоит отметить, что существуют протезы, в которых отсутствует привод. То есть протез выполнен либо без возможности совершать движения, либо выполнен с возможностью совершать движения под действием внешней силы. В связи с этим такие протезы неудобны в использовании. Предлагаемый мехатронный протез сустава более функциональный и удобный в использовании по сравнению с протезами, в которых отсутствует привод.

В настоящее время возможно создать насос, который будет лишен вышеперечисленных недостатков и будет иметь ряд преимуществ по отношению к имеющимся техническим решениям. Схема предлагаемого устройства представлена на рисунке 1.

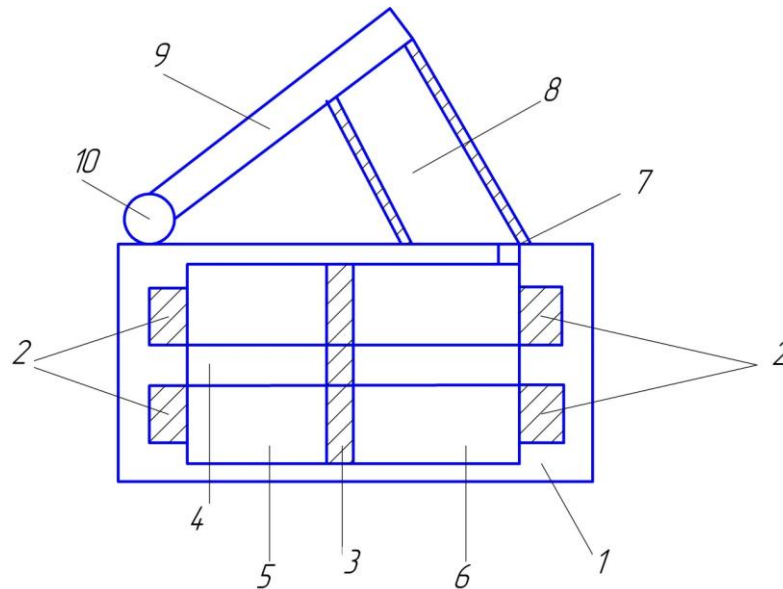


Рис. 1 – Мехатронный протез сустава:

1 – корпус неподвижной части протеза; 2 – правые и левые электромагниты; 3 – металлическая пластина; 4 – направляющая; 5 – область без газа; 6 – область с газом; 7 – канал для прохождения газа; 8 – трубка; 9 – подвижная часть протеза; 10 – ось

Мехатронный протез сустава состоит из следующих частей: корпуса неподвижной части 1, правых и левых электромагнитов 2, подвижной металлической пластины 3, направляющей 4, области 5, в которой создается вакуум, заполненной газом области 6, канала для прохождения газа 7, трубки 8, подвижной части 9.

Мехатронный протез сустава устроен следующим образом. В корпусе неподвижной части 1 неподвижно закреплены правые и левые электромагниты 2. Подвижная металлическая пластина 3 механически закреплена на направляющей 4 и выполнена с возможностью перемещения вдоль нее. Направляющая 4 необходима для придания металлической пластине 3 точного направления движения. Слева от подвижной металлической пластины 3 внутри корпуса неподвижной части 1 находится область 5, в которой создается вакуум. Справа от подвижной металлической пластины 3 находится заполненная газом область 6. Газ из области 6 не может попасть в область 5, потому что металлическая пластина 3 плотно прилегает к корпусу неподвижной части 1. Из заполненного газом пространства 6 газ по каналу для прохождения газа 7 может проходить в трубку 8. Трубка 8, выполненная с возможностью сжатия и разжатия, механически соединена с корпусом неподвижной части 1 и с подвижной частью 9. Подвижная часть 9 механически соединена с корпусом неподвижной части 1 посредством оси 10 (см. Рис.1). Предполагается, что корпус неподвижной части 1 соединяется с культей, а подвижная часть 9 может механически соединяться с необходимой частью протеза, которая индивидуально подбирается для пациента, исходя из его потребностей. Неподвижная часть мехатронного протеза сустава представляет собой правые и левые электромагниты 2, металлическую пластину 3, направляющую 4, находящиеся в корпусе неподвижной части 1. Корпус неподвижной части 1 крепится к культе, при

этом обеспечивается крепление всей неподвижной части к культе. Подвижная и неподвижная части находятся в общем защитном корпусе, выполненном с возможностью прохождения внутри двигательных процессов мехатронного протеза сустава.

Мехатронный протез сустава функционирует следующим образом. Изначально протез находится в состоянии, соответствующем разогнутому положению конечности человека. При этом подвижная металлическая пластина 3 находится максимально близко к левым электромагнитам 2, за счет сил притяжения электромагнитов 2. При необходимости совершения мехатронным протезом движения меняется режим работы электромагнитов 2 и подвижная металлическая пластина 3 начинает смещаться в сторону правых электромагнитов 2. При этом увеличивается область 5, в которой создается вакуум. Подвижная металлическая пластина 3 двигается по направляющей 4 и воздействует на газ, заключенный в области 6, равномерно. В результате давления на газ подвижной металлической пластины 3 газ из области 6 через канал для прохождения газа 7 попадает в трубку 8. В результате этого трубка 8 начинает разжиматься. Газ, который находится в трубке 8, давит на подвижную часть 9. Поэтому подвижная часть 9 приходит в движение. Движение подвижной части 9 происходит по круговой траектории так, что движение мехатронного протеза сустава повторяет сгибание человеком конечности на прямой угол за счет того, что она соединена с корпусом неподвижной части мехатронного протеза сустава 1 посредством оси 10. Толщина подвижной металлической пластины 3 подобрана так, что при нахождении в крайнем правом состоянии пластина 3 закрывает собой канал для прохождения газа 7, что не дает газу выйти обратно в область 6 из трубки 8. Таким же образом обеспечивается фиксация подвижной части 9 протеза в крайнем возможном положении, при котором правый конец подвижной части 9 максимально удален от корпуса неподвижной части 1. При необходимости вернуть протез в исходное положение производится изменение режима электромагнитов 2. В результате этого подвижная металлическая пластина 3 начинает смещаться влево, и газ из трубки 8 выходит через канал для прохождения газа 7 в область 6. При этом трубка 8 сжимается, и подвижная часть 9 возвращается в исходное положение. Также предполагается, что на корпусе неподвижной части 1 и на подвижной части 9 можно установить электромагниты, которые будут обеспечивать удержание неподвижной части 9 максимально близко к корпусу неподвижной части 1.

Для мехатронного протеза сустава предлагается использовать два варианта системы управления. Во-первых, можно использовать физический вариант управления мехатронным протезом сустава, то есть мехатронный протез будет устроен таким образом, что начнет двигаться после того, как датчики системы управления уловят сокращения мышц культи. Недостатками такой реализации системы управления мехатронным протезом сустава являются длительный срок обучения использованию мехатронного протеза сустава и не всегда правильное распознавание системой управления желаемых действий. Однако протезы с такой системой управления существуют на сегодняшний день, поэтому ее можно без проблем реализовать на практике. Во-вторых, можно использовать систему управления, датчики которой соединены с нервными окончаниями культи. Система управления устроенная таким образом получает и обрабатывает сигналы идущие от головного мозга по нервным окончаниям культи, а затем передает их мехатронному протезу сустава. При применении такой схемы пользователю мехатронного протеза сустава не придется учиться управлять таким протезом, ведь он будет частично интегрирован в его организм. Но на сегодняшний день существуют трудности реализации данной схемы управления протезом. Сигнал, поступающий к протезу, представляет собой очень слабый электрический ток, но силы этого электрического тока не достаточно для того, чтобы дать протезу сигнал к действию. Поэтому в системе управления необходима установка модуля, позволяющего усилить этот электрический ток [4].

Итак, предлагаемый мехатронный протез сустава обладает лучшими по сравнению с протезами, содержащими вакуумный насос, характеристиками. У мехатронного протеза сустава выше скорость выполнения желаемых действий, меньше вес и меньшая степень подверженности износу. Поэтому применение мехатронного протеза сустава на практике будет более удобным для пациента, нежели применение протеза, содержащего вакуумный насос.

#### Список литературы / References

1. Как работают бионические протезы [электронный ресурс]. - URL: <http://www.popmech.ru/science/235633-kak-rabotayut-bionicheskie-protezy/> (дата обращения: 01.05.2017).
2. Заявка на патент РФ №2013107603, А61F2/64, 27.08.2014
3. Патент РФ №2569027, А61F2/64, 21.07.2011
4. Щукин Т. Задача управления биопротезом и ее возможные решения / Щукин Т. // Труды 2-й Российской конференции «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях - 2011» (Нижний Новгород). - Н. Новгород: Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2011. - с.238.
5. Е.С. Фролов Механические вакуумные насосы / Е.С. Фролов, И.В. Автономова, В.И. Васильев, Н.К. Никулин, П.И. Платинин - М.: Машиностроение, 1989. - 288 с.
6. Компания Ossur создала управляемый мыслью протез [электронный ресурс]. - URL: <http://gadget.com/science/17039-kompaniya-ossur-sozdala-upravlyamyij-myislyu-protez> (дата обращения: 01.05.2017)
7. Implantable Myoelectric Sensors [электронный ресурс]. - URL: <http://neural.iit.edu/research/imes/> (дата обращения: 01.05.2017).
8. Протезы нового поколения (часть 2) [электронный ресурс]. - URL: <http://medbooking.com/blog/post/integrirovannoje-protezirovanije-dostizhenija-i-perspektivy> (дата обращения: 01.05.2017).
9. Сафин Д.Р. Оценка эффективности различных конструкций электродов и усилителей биосигналов в системах управления протезами / Сафин Д.Р., Пильщиков И.С., Гусев В.Г., Ураксеев М.А. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2009. – №2(10). – с.88–101
10. Raspopovic S Restoring natural sensory feedback in real-time bidirectional hand prostheses. / Raspopovic S, Capogrosso M, Petrini FM, Bonizzato M, Rigosa J, Di Pino G, Carpaneto J, Controzzi M, Boretius T, Fernandez E, Granata G, Oddo CM, Citi L, Ciancio AL, Cipriani C, Carrozza MC, Jensen W, Guglielmelli E, Stieglitz T, Rossini PM, Micera S - Sci Transl Med 2014, 6(222):222ra19

11. Aszmann OC Bionic reconstruction to restore hand function after brachial plexus injury: a case series of three patients. / Aszmann OC, Roche AD, Salminger S, Paternostro-Sluga T, Herceg M, Sturma A, Hofer C, Farina D. - The Lancet 2015, 385(9983):2183-2189

12. Электроника для человеческого тела: 9 современных кибернетических улучшений [электронный ресурс]. - URL: <http://www.facepla.net/the-news/electronics-news-mnu/2046-e-man.html> (дата обращения: 01.05.2017).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Kak rabotajut bionicheskie protezy [How bionic dentures work] [Electronic resource]. - URL: <http://www.popmech.ru/science/235633-kak-rabotajut-bionicheskie-protezy/> (accessed: 01.05.2017).

2. Patent application RF №2013107603, A61F2/64, 27.08.2014

3. RF patent №2569027, A61F2/64, 21.07.2011

4. Shhukin T. Zadacha upravlenija bioprotezom i ee vozmozhnye reshenija [The task of managing the bionic prosthesis and its possible solutions] / Shhukin T. // Proceedings of the 2nd Russian conference "Nonlinear dynamics in cognitive studies - 2011" (Nizhny Novgorod). - N. Novgorod: Nizhny Novgorod: IPF RAN, 2011. - 238 p. [in Russian]

5. E.S. Frolov Mehanicheskie vakuumnye nasosy [Mechanical vacuum pumps] / E.S. Frolov, I.V. Avtonomova, V.I. Vasil'ev, N.K. Nikulin, P.I. Plastinin - M.: Mashinostroenie, 1989. - 288 p.

6. Kompanija Ossur sozdala upravljaemyj mysl'ju protez [The company OSSUR has created a thought controlled prosthesis] [Electronic resource]. - URL: <http://gagadget.com/science/17039-kompaniya-ossur-sozdala-upravlyaemyj-myslyu-protez> (accessed: 01.05.2017).

7. Implantable Myoelectric Sensors [Electronic resource]. - URL: <http://neural.iit.edu/research/imes/> (accessed: 01.05.2017).

8. Protezy novogo pokolenija (chast' 2) [Prostheses of the new generation (part 2)] [Electronic resource]. - URL: <http://medbooking.com/blog/post/integrirovannoje-protezirovaniye-dostizhenija-i-perspektivy> (accessed: 01.05.2017).

9. Safin D.R. Ocenka jeffektivnosti razlichnyh konstrukcij jelektrodov i usilitelej biosignalov v sistemah upravlenija protezami [Evaluation of the effectiveness of different designs of electrodes and amplifiers biosignals in the control systems of prostheses] / Safin D.R., Pil'shnikov I.S., Gusev V.G., Urakseev M.A. // News of higher educational institutions. Povolzhskiy region. Technical Sciences. - 2009. - №2(10). - p.88-101

10. Raspopovic S Restoring natural sensory feedback in real-time bidirectional hand prostheses. / Raspopovic S, Capogrosso M, Petrini FM, Bonizzato M, Rigosa J, Di Pino G, Carpaneto J, Controzzi M, Boretius T, Fernandez E, Granata G, Oddo CM, Citi L, Ciancio AL, Cipriani C, Carrozza MC, Jensen W, Guglielmelli E, Stieglitz T, Rossini PM, Micera S - Sci Transl Med 2014, 6(222):222ra19

11. Aszmann OC Bionic reconstruction to restore hand function after brachial plexus injury: a case series of three patients. / Aszmann OC, Roche AD, Salminger S, Paternostro-Sluga T, Herceg M, Sturma A, Hofer C, Farina D. - The Lancet 2015, 385(9983):2183-2189

12. Jelektronika dlja chelovecheskogo tela: 9 sovremennyh kiberneticheskikh uluchshenij [Electronics for the human body: 9 modern cybernetic enhancements] [Electronic resource]. - URL: <http://www.facepla.net/the-news/electronics-news-mnu/2046-e-man.html> (accessed: 01.05.2017).



*«Международный научно-исследовательский журнал» включен в базу данных **WorldCat**.*

***WorldCat** — крупнейшая в мире библиографическая база данных, насчитывающая свыше 240 млн записей о всех видах произведений на 470 языках мира. База создается совместными усилиями более чем 72 тыс. библиотек из 170 стран мира в рамках организации OCLC.*

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.60.044>Яблоков А.А.<sup>1</sup>, Колосова Ю.С.<sup>2</sup>, Смирнов Н.Н.<sup>3</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-0211-375X, Кандидат технических наук,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-2849-8299, Аспирант,<sup>3</sup>ORCID: 0000-0002-4660-5502, Соискатель,

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОТРАЖАЮЩИХ ЭКРАНОВ В ОКНАХ****Аннотация**

Разработана математическая модель теплоснабжения здания с регулируемым сопротивлением теплопередаче окон, состоящая из модели помещения, модели окна (теплопередачи через центральную часть стеклопакета с металлическими экранами) и теплогенерирующего оборудования.

Также была разработана автоматизированная система регулирования теплоснабжением зданий с применением теплоотражающих экранов. Определена энергетическая эффективность использования теплоотражающих экранов в окнах и дополнительного снижения температуры воздуха в нерабочее время для систем по поддержанию параметров динамического микроклимата производственных помещений.

**Ключевые слова:** математическая модель, окна с регулируемым сопротивлением, теплоотражающие экраны, тепловые трансмиссионные потери, автоматизированная система регулирования теплоснабжения.

Yablokov A.A.<sup>1</sup>, Kolosova Yu.S.<sup>2</sup>, Smirnov N.N.<sup>3</sup><sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-0211-375X, PhD in Engineering,<sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-2849-8299, Postgraduate Student,<sup>3</sup>ORCID: 0000-0002-4660-5502, External Postgraduate Student, Ivanovo State University of Power Engineering named after V. I. Lenin**DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEMS OF HEAT REGULATION SUPPLY AT INDUSTRIAL PREMISES WITH THE USE OF HEAT-REFLECTING SCREENS IN WINDOWS****Abstract**

We developed a mathematical model of the heat supply of the premise with adjustable resistance in the heat transfer of windows, consisting of a room model, a window model (heat transfer through the central part of a glass unit with metal screens), and heat generating equipment.

An automated system for regulating the heat supply of premises with the use of heat-reflecting screens was also developed. The energy efficiency of the use of heat-reflecting screens in the windows and the additional reduction of the air temperature during non-working hours are determined for the systems for maintaining the parameters of the dynamic microclimate of the production premises.

**Keywords:** mathematical model, windows with adjustable resistance, heat-reflecting screens, thermal transmission losses, automated heat regulation system.

**В** ходе разработки систем управления теплоснабжением здания с целью ее стендовой отладки возникает потребность имитационного моделирования.

При разработке математической модели обогреваемого помещения предлагается применить известный метод конечных элементов. Для упрощения модели перейдем от трехмерной постановки задачи к двумерной. Общая ячеистая структура 2D-объекта представлена на рисунке 1.

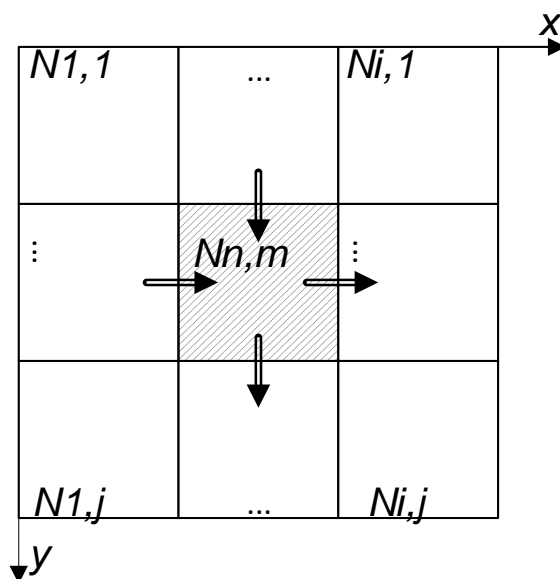


Рис. 1 – Общая ячеистая структура 2D-объекта, где  $N_{i,j}$  – позиция ячейки, стрелками обозначено общее правило движения потоков от ячеек (сверху вниз и слева направо)

Модель ячейки относим к классу сосредоточенных и используем для описания свойств обыкновенные дифференциальные уравнения. Принципиально важным является учёт в коэффициентах уравнений  $\alpha$  текущих значений теплофизических параметров процесса  $\theta$  (расходов, температур, давлений и т.п.):

$$\bar{\alpha}(t) = \varphi[\bar{\theta}(t)].$$

Для иллюстрации на рис. 2 показан физический пример задачи моделирования процессов тепломассообмена в замкнутом помещении, ограниченном стенами, допускающими естественный или искусственный обмен потоками воздуха  $G$  и теплоты  $Q$ .

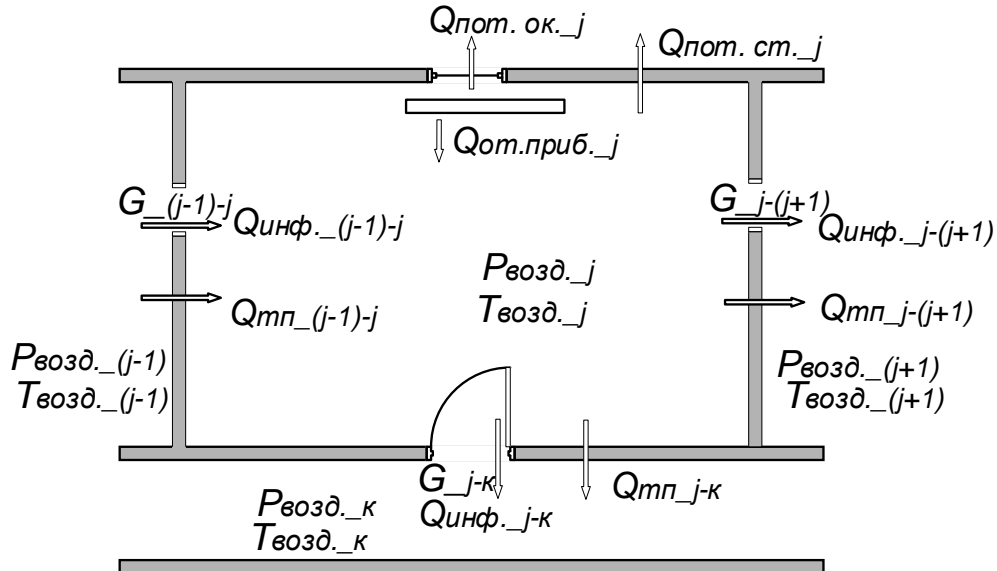


Рис. 2 – Схема физической модели ячейки общей модели системы обогрева помещений

Внутренними теплофизическими параметрами являются давление  $P$  и температура воздуха  $T$ . Направленность потоков на рисунке носит условный характер. Потоки могут быть как положительными (соответствующими рисунку), так и отрицательными (направлены в обратную сторону). Это определяется знаками разностей давлений и температур в смежных участках модели объекта.

Основу математической модели составляют два типа дифференциальных уравнений законов физики - закона сохранения вещества, закона сохранения энергии. Эти дифференциальные уравнения должны быть дополнены алгебраическими уравнениями термодинамического состояния вещества, Фурье и т.д. Количество уравнений должно быть равно количеству переменных величин. Для модели специфично сохранение всех нелинейных коэффициентов. Таким образом, совокупность всех уравнений моделируемого объема образует универсальный макромодуль (рис. 2).

С учетом всего вышесказанного можно записать обобщенную математическую модель ячейки (макромодуля) общей модели системы обогрева помещений:

$$\begin{aligned}
\bar{i}_{\text{воды } j} &= F\left(G_{\text{воды } j}, i_{\text{вх } j}, i_{\text{вых } j}, \bar{\rho}_{\text{воды } j}, Q_{\text{ОП } j}, t\right) \quad (1) \\
\bar{\rho}_{\text{воды } j} &= F\left(\bar{T}_{\text{воды } j}, P_{\text{воды } j}\right) \quad (2) \\
\bar{T}_{\text{воды } j} &= F\left(\bar{i}_{\text{воды } j}, P_{\text{воды } j}\right) \quad (3) \\
\rho_{\text{возд } j} &= F\left(G_{\text{возд } j-1}, G_{\text{возд } j}, t\right) \quad (4) \\
i_{\text{возд } j} &= F\left(Q_{\text{ОП } j}, Q_{\text{инф } j}, Q_{\text{инф } j-1}, Q_{\text{тп } j}, Q_{\text{тп } j-1}, Q_{\text{тп к}}, Q_{\text{огр.к.}}, \rho_{\text{возд } j}, t\right) \quad (5) \\
T_{\text{возд } j} &= F\left(i_{\text{возд } j}\right) \quad (6) \\
P_{\text{возд } j} &= F\left(T_{\text{возд } j}, \rho_{\text{возд } j}\right) \quad (7) \\
G_{\text{возд } j} &= F\left(\rho_{\text{возд } j}, \rho_{\text{возд } j+1}, P_{\text{возд } j}, P_{\text{возд } j+1}\right) \quad (8) \\
Q_{\text{инф } j} &= F\left(G_{\text{возд } j}, i_{\text{возд } j}, i_{\text{возд } j+1}\right) \quad (9) \\
Q_{\text{тп } j} &= F\left(T_{\text{возд } j}, T_{\text{возд } j+1}\right) \quad (10) \\
Q_{\text{огр.к. } j} &= F\left(T_{\text{возд } j}, T_{\text{нар.возд}}\right) \quad (11) \\
Q_{\text{ОП } j} &= F\left(T_{\text{возд } j}, \bar{T}_{\text{воды } j}\right) \quad (12)
\end{aligned}$$

Здесь приняты следующие обозначения:

$T_{\text{возд } j}, P_{\text{возд } j}, \rho_{\text{возд } j}, i_{\text{возд } j}$  - температура, давление, плотность и энтальпия воздуха в помещении

соответственно;

$T_{\text{возд } j+1}, P_{\text{возд } j+1}, \rho_{\text{возд } j+1}, i_{\text{возд } j+1}$  - температура, давление, плотность и энтальпия воздуха в

соседнем справа помещении соответственно;

$i_{\text{вх } j}, i_{\text{вых } j}, \bar{i}_{\text{воды } j}, \bar{T}_{\text{воды } j}, \bar{\rho}_{\text{воды } j}, P_{\text{воды } j}$  - входная, выходная и средняя энтальпия, средняя

температура, плотность и давление воды (теплоносителя) в отопительном приборе;

$G_{\text{возд } j}, Q_{\text{инф } j}$  - расход воздуха и тепловой поток, уходящие в соседнее справа помещение (учитывая

условную направленность потоков);

$G_{\text{возд } j-1}, Q_{\text{инф } j-1}$  - расход воздуха и тепловой поток, приходящие из соседнего слева помещения

(учитывая условную направленность потоков);

$Q_{\text{огр.к. } j}$  - потери теплоты через ограждающие конструкции;

$Q_{\text{тп } j}$  - теплопередача в соседнее справа помещение;

$Q_{\text{ОП } j}$  - количество теплоты, выделяемое отопительным прибором.

В данной системе уравнений:

- (1), (5) - это закон сохранения энергии для теплоносителя и воздуха в помещении;

- (4) - закон сохранения вещества;

- остальные уравнения являются вспомогательными и позволяют раскрыть содержание тех или иных величин, входящих в основные уравнения.

Каждое уравнение системы необходимо дополнить рядом характерных конструктивных параметров. Таким образом, уравнение 1 включает в себя объем теплоносителя в отопительном приборе  $V_{\text{ОП } j}$ , 4,5-объем воздуха в помещении  $V_{\text{возд } j}$ , 8 - площадь проходного сечения канала (щели в стене)  $f$ , коэффициент гидравлического сопротивления  $\zeta$ , 9 - площадь стены  $F_{\text{стен}}$ , коэффициент теплопередачи стены  $k_{\text{стен}}$ , 10 - площадь ограждающих конструкций (окна, наружные стены)  $F_{\text{огр.к.}}$ , приведенное сопротивление теплопередаче  $R$ , 11 - площадь поверхности отопительного прибора  $F_{\text{ОП}}$ , коэффициент теплопередачи металла отопительного прибора  $k_{\text{мет-возд}}$

С целью повышения теплозащиты зданий разработано энергосберегающее окно с теплоотражающими экранами [1, С.5-7], имеющее высокое сопротивление теплопередаче. Математическая модель, описывающая процесс теплопередачи через центральную часть стеклопакета с металлическими экранами [2, С.22] включена общую модель помещения.

На рис. 3 представлен фрагмент модели, отражающий схему взаимодействия переменных на трёх сопряжённых участках объекта. Каждый элемент (ячейка) представлен двумя векторами входных переменных (X и Z), а также двумя векторами выходных переменных (Y и V).

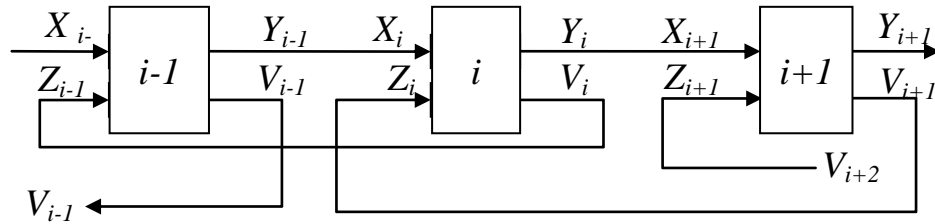


Рис. 3 – Пример схемы взаимосвязи моделей ячеек (макромодулей) распределённого объекта

Необходимость такого разделения переменных объясняется характером влияния их на смежные участки. Первым двум векторам соответствуют прямые связи, вторым – обратные.

Объединение таких макромоделей (рис.3) дает возможность создавать сложные многомерные модели с большим количеством зон с присущими им управляемыми параметрами.

Таким образом, предложена математическая модель обогреваемого помещения как совокупность универсальных макромоделей, учитывающая взаимовлияние параметров каждого из них.

Модель теплоснабжения здания состоит из модели теплогенерирующего оборудования (котла) и модели обогреваемого помещения. Универсальность модели состоит в том, что параметры здания могут быть настроены для конкретного объекта.

Можно записать обобщенную математическую модель котла

$$\begin{cases} \dot{i} = F(G, i_{\text{вх}}, i_{\text{вых}}, \bar{\rho}, Q_2, t) & (1) \\ \bar{\rho} = F(\bar{T}, P) & (2) \\ \bar{T} = F(\dot{i}, P) & (3) \\ T_M = F(C_M, Q_1, Q_2, t) & (4) \\ Q_1 = F(T_z, T_M, F_H) & (5) \\ Q_2 = F(T, T_M, F_{\text{вн}}) & (6) \\ T_z = F(G_z, i_z, \rho_z, Q_1, Q_{\text{тв}}, t) & (7) \\ Q_{\text{тв}} = F(B, Q_p^H, G_{\text{в}}, i_{\text{в}}) & (8) \end{cases}$$

Здесь приняты следующие обозначения:

$i_{\text{вх}}, i_{\text{вых}}, \bar{i}, \bar{T}, \bar{\rho}, P$  – входная, выходная и средняя энтальпия, средняя температура, плотность и давление воды (теплоносителя) в котле;

$C_M, T_M$  – теплоемкость и температура металла;

$F_{\text{вн}}, F_H$  – внутренняя и наружная поверхности теплообмена;

$Q_1$  – теплота, отданная дымовыми газами металлу труб,  $Q_1 = Q_{1(p)} + Q_{1(k)}$  для поверхностей нагрева со смешанным теплообменом;

$Q_2$  – теплота, полученная теплоносителем от металла труб;

$G_z, T_z, i_z, \rho_z$  – расход, температура, энтальпия и плотность дымовых газов;

$Q_{\text{тв}}$  – тепловыделение в камере сгорания, Дж/с;

$B, Q_p^H$  – расход природного газа, низшая теплота сгорания природного газа;

$G_{\text{в}}, i_{\text{в}}$  – расход и энтальпия воздуха в топке.

В данной системе уравнений:

- (1), (4), (7) – это закон сохранения энергии для обогреваемого теплоносителя, металла поверхности нагрева и греющего теплоносителя (дымовых газов);

- остальные уравнения являются вспомогательными и позволяют раскрыть содержание тех или иных величин, входящих в основные уравнения.

Каждое уравнение системы необходимо дополнить рядом характерных конструктивных параметров. Таким образом, уравнение 1 включает в себя объем теплоносителя в котле  $V$ , 4 – массу металла поверхности нагрева  $M_M$ , 5 – коэффициент теплоотдачи конвекцией от дымовых газов к металлу поверхности нагрева  $\alpha_1^c$ , степень черноты топки  $\alpha_m$ , постоянную Больцмана  $\sigma_0$ ; 6 – коэффициент теплоотдачи при течении воды в прямых гладких трубах  $\alpha_2$ ; 7 – объем дымовых газов  $V_z$ .

Принимая во внимание последние инновации в области регулирования теплового режима здания с учётом быстрых и медленных тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции, авторами была разработана

автоматизированная система регулирования теплоснабжения зданий с применением теплоотражающих экранов (рис. 4), которая поддерживает оптимальную (заданную или рассчитываемую) температуру в жилых или производственных помещениях [3, С.9].

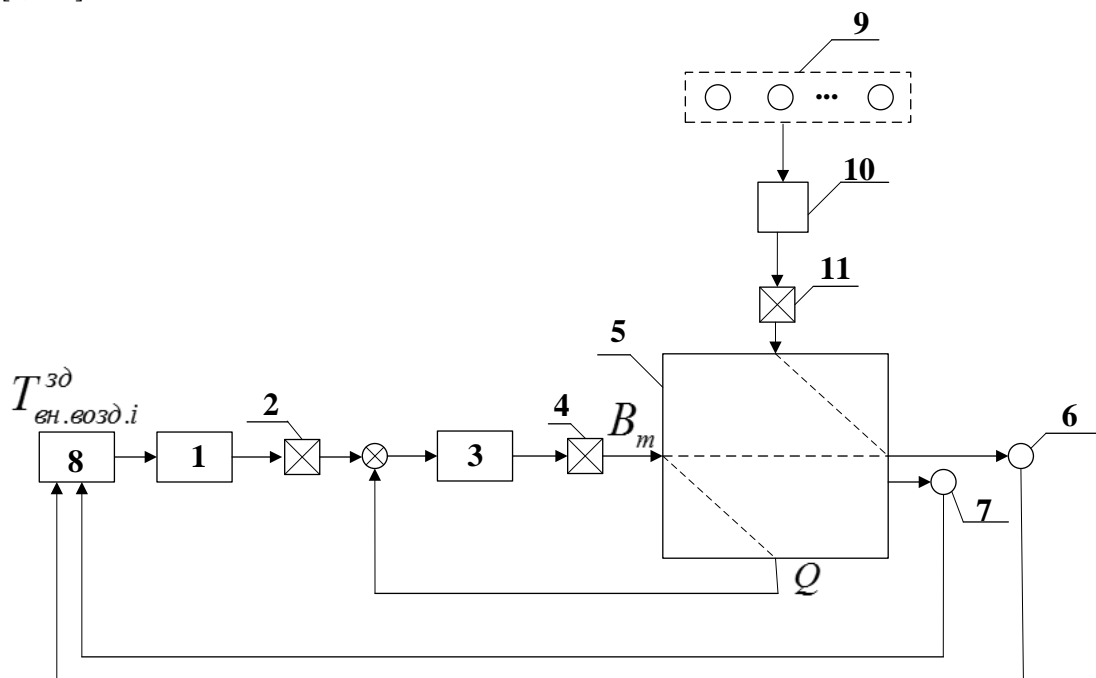


Рис. 4 – Автоматизированная система регулирования теплоснабжения зданий с применением теплоотражающих экранов: 1 – регуляторы температуры воздуха в помещениях; 2 – регулирующие клапаны отопительных приборов; 3 – регулятор расхода топлива на котел; 4 – регулирующий орган подачи топлива на котел; 5 – объект управления; 6 – датчики температуры воздуха в помещениях; 7 – датчики влажности в помещениях; 8 – блоки расчета температуры воздуха дежурного отопления или блоки задатчиков; 9 – датчики наружной освещенности, расположенные пофасадно; 10 – регуляторы положения теплоотражающих экранов; 11 – электроприводы теплоотражающих экранов

В результате использования разработанной системы автоматизации теплоотражающие экраны в оконном блоке опускаются в темное время суток и во время отсутствия людей по заданному графику или по сигналу от датчика наружной освещенности в зависимости от выбранного алгоритма управления. В результате уменьшаются тепловые потери. Разработанная система позволяет поддерживать различную температуру воздуха во всех помещениях здания за счет регулирования расхода теплоносителя в отопительный прибор. Изменение же расхода топлива в котел влияет на изменение температуры воздуха во всех помещениях. Расход топлива соответствует максимально заданной температуре воздуха в здании.

Система регулирования для промышленных зданий дополнительно реализует дежурный режим отопления, при котором задаваемая температура воздуха внутри помещения рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{д}}^{\text{вн}} = \frac{\tau_p \cdot \alpha_{\text{вн}} \cdot R_{\text{окна}} - t_{\text{н}}}{\alpha_{\text{вн}} \cdot R_{\text{окна}} - 1} + \Delta t_{\text{зап}},$$

где  $\tau_p$  – температура точки росы при параметрах воздуха в рабочее время,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta t_{\text{зап}}$  – температурный запас по недопущению конденсации (принимается в  $1^{\circ}\text{C}$ );

$R_{\text{окна}}$  – приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачной зоны окна,  $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$ ;

$\alpha_{\text{вн}}$  – коэффициент теплоотдачи от внутреннего воздуха к стеклу, принимаем  $8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ .

Снижение тепловых трансмиссионных потерь за счет применения предложенных технологий позволяет значительно повысить энергетическую эффективность работы систем по поддержанию динамического микроклимата и на 30–40 % понизить годовые затраты теплоты и холода, что является весьма актуальным для объектов ЖКХ, общественно-административных и производственных зданий.

#### Список литературы / References

1. Бомон С. Разработка и испытание автоматизированных окон с теплоотражающими экранами, отвечающих Российским и Европейским требованиям в области энергосбережения / С. Бомон, Э. Хольтсвейлер, В.М. Захаров и др. // Вестник ИГЭУ. – 2013. – № 5. – С. 13–24.
2. Захаров В.М. Разработка, программная реализация и проверка адекватности математической модели процесса теплопередачи через окно с теплоотражающими экранами / В.М. Захаров, Е.Г. Авдюнин, Н.Н. Смирнов и др. // Вестник ИГЭУ— 2016.— №3. – С.13 – 26.
3. Захаров В.М. Энергосберегающий потенциал от использования теплоотражающих экранов с солнечными батареями в окнах для систем энергоснабжения зданий/ В.М. Захаров, В.В. Тютиков, Н.Н. Смирнов и др. // Вестник ИГЭУ— 2015.— №2. – С.5 – 14.



**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Beaumont C. Razrabotka i ispytanie avtomatizirovannykh okon s teplootrazhayushchimi ekranami, otvechayushchikh Rossiyskim i Evropeyskim trebovaniyam v oblasti energosberezheniya [Designing and testing of automated windows with heat-reflective shields meeting the Russian and European requirements in the field of energy saving] / C. Beaumont., E. Holtzweiler, V.M. Zakharov, N.N. Smirnov, A.A. Yablokov, D.A. Lapateev // Vestnik IGEU [Bulletin of the Ivanovo State Power Engineering University] – 2013. – № 5. – С. 13–24. [in Russian]
2. Zakharov V.M. Razrabotka, programmaya realizatsiya i proverka adekvatnosti matematicheskoy modeli protsessa teploperedachi cherez okno s teplootrazhayushchimi ekranami [Development, software implementation and verification of mathematical model of heat transfer through a window with heat-reflecting screens] / V.M. Zakharov, E.G. Avdyunin, N.N. Smirnov and others // Vestnik IGEU [Bulletin of the Ivanovo State Power Engineering University] — 2016.— №3. – P.13 – 26. [in Russian]
3. Zakharov V.M. Energosberegayushchiy potentsial ot ispol'zovaniya teplootrazhayushchikh ekranov s solnechnymi batareyami v oknakh dlya sistem energosnabzheniya zdaniy [Energy-saving potential of using heat-reflective screens with solar batteries in windows for power supply systems of buildings] / V.M. Zakharov, V.V. Tyutikov, N.N. Smirnov and others // Vestnik IGEU [Bulletin of the Ivanovo State Power Engineering University] — 2015. — №2. – P.5 – 14. [in Russian]